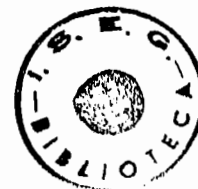


HB 3732 . F47 J996

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO



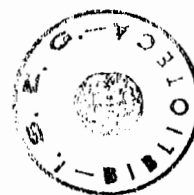
ESTABILIZAÇÃO E CONTROLO DOS SISTEMAS ECONÓMICOS

**-contributo para uma análise crítica das
metodologias de controlo óptimo**

Dissertação orientada pelo PROFESSOR DOUTOR JOÃO FERREIRA DO
AMARAL e apresentada no ISEG para obtenção do grau de Doutora em
Economia.

Maria Cândida Rodrigues Ferreira

LISBOA, 1996



Ao meu orientador, Professor Doutor João Ferreira do Amaral, agradeço o apoio que me deu ao longo de todos estes anos.

Agradeço, também, ao Professor Doutor Vitor Martins a disponibilidade para ler este trabalho ainda em fase de introdução de alterações.

Aos órgãos de gestão do ISEG, agradeço o terem-me garantido a dispensa total de serviço docente, nos anos de preparação desta tese.

A todos os colegas e amigos que me incentivaram a prosseguir, agradeço a solidariedade e as palavras de estímulo nas horas em que foram mais precisas.

Finalmente e, acima de tudo, à minha família, em especial à minha filha, agradeço o apoio de sempre e o entendimento da necessidade do meu trabalho para tranquilidade de todos.



INTRODUÇÃO

A escolha do tema "**Estabilização e Controlo dos Sistemas Económicos**" define, por si só, uma linha específica de preocupações no desenvolvimento da investigação económica.

Uma linha com origens bem remotas, que poderemos situar em questões colocadas, há mais de três séculos, por **Galileu** - sobre a definição da melhor trajectória a seguir para que um corpo se desloque de um ponto para outro, no mais curto espaço de tempo possível (problema de "*brachistochrone*") - ou, mais recentemente, no final do século passado, nos resultados obtidos por autores como **Poincaré** e **Liapounov**, sobre a dinâmica do comportamento e a definição da estabilidade e do equilíbrio dos sistemas físicos, do tipo do sistema solar, que descrevem recorrendo à utilização de equações diferenciais.

São questões que conduzem à definição das principais propriedades dos sistemas dinâmicos: a **controlabilidade** - entendida, genericamente, como a possibilidade de definição de controlos, capazes de actuarem sobre um sistema e de o conduzi-lo para uma situação que se considera preferível à que o sistema, por si só, atingiria - e a **estabilidade** - que será a capacidade de um sistema qualquer poder ser conduzido para uma situação desejável, no mais curto espaço de tempo e com as menores oscilações possíveis. Estas propriedades definem-se, primeiro, para os sistemas físicos ou mecânicos e, posteriormente, generalizam-se os resultados obtidos para sistemas de outro tipo, desde os químicos aos biológicos, até todos os outros sistemas susceptíveis de admitir mecanismos de regulação, com carácter mais ou menos automático.

A definição destas propriedades e das possibilidades da sua aplicação aos sistemas económicos intensifica-se, já no nosso século, com o desenvolvimento da visão sistémica do funcionamento da economia e a aceitação do carácter dinâmico das relações que definem a sua trajectória de evolução.

A tentativa de aplicação dos resultados, obtidos noutras áreas científicas, aos problemas económicos, foi também incentivada pelas dificuldades sentidas pela economia de muitos países, nomeadamente, com os desequilíbrios e crises de sobreprodução e desemprego durante a Grande Crise de 1929-1933.

São desequilíbrios que conduzem à procura de novas respostas, tanto teóricas como empíricas, e à defesa da necessidade de intervenção das autoridades, ao nível da regulação económica, com as políticas apresentadas por **Keynes** e formalizadas por **Tinbergen** com a introdução de modelos econométricos.

Surgem, assim, durante a década de 30, as primeiras contribuições para a representação dos sistemas económicos, já em termos dinâmicos, introduzindo-se a possibilidade de aplicação dos resultados e formalizações matemáticas, utilizados com outro tipo de sistemas, com os trabalhos pioneiros de autores como **Hicks, Frisch e Tinbergen**.

Após a II Guerra Mundial, com o incremento e divulgação das técnicas informáticas, aprofunda-se a análise e definição das propriedades dinâmicas dos sistemas e ensaia-se a utilização de modelos e técnicas matemáticas, que exigem algum esforço de calculatória, para a resolução de questões da área económica.

Uma destas técnicas matemáticas, já conhecida e testada, sobretudo em problemas de engenharia, é o **CONTROLO ÓPTIMO** - um método de formulação e regulação de sistemas dinâmicos, sistemas que, se admitem como controláveis e estabilizáveis, através de regras ou mecanismos de aplicação mais ou menos automática.

Matematicamente, a resolução de um problema deste tipo, parte dos resultados conhecidos sobre as possibilidades de utilização de sistemas de equações às diferenças ou diferenciais para representação do

funcionamento dos sistemas dinâmicos e procura a maximização, ou minimização, de objectivos previamente definidos através da definição de regras de controlo a introduzir no sistema, quando ele se desvia da trajectória pretendida.

O desenvolvimento do estudo das propriedades dinâmicas dos sistemas económicos, nomeadamente dos resultados obtidos por **Tinbergen** e retomados, já nos anos 70, por autores como **Aoki, Murata, Gandolfo** e **Takayama**, irá contribuir para o incremento da utilização dos modelos e métodos que, se baseiam naquelas propriedades, para a resolução dos problemas económicos.

Pelas décadas de 70 e 80, muitos autores defendem a aplicação do controlo óptimo a problemas tão diversos como, por exemplo, a determinação de programas de investimentos de empresas (**Albouy**, 1972), planos de consumo e maximização da utilidade do consumidor individual (**Pitchford e Turnovski**, 1977) e a definição de preços (**Miller**, 1979), planos de produção e acumulação de stocks ou planos de despesas de publicidade de uma empresa (**Kamien e Schwartz**, 1983).

A aplicação de problemas de controlo óptimo à definição e análise das medidas de política económica, irá permitir o desenvolvimento das questões colocadas, ainda pela década de 50, por autores, como **Tustin e Philips**, que estabelecem as bases das políticas de estabilização e da utilização de modelos de controlo óptimo na decisão dessas políticas.

Assistimos, assim, sobretudo a partir do final dos anos 60 e até aos nossos dias, ao desenvolvimento da **TEORIA DO CONTROLO** e à discussão sobre a validade e os resultados da formulação de inúmeros modelos aplicados à determinação e análise das política económica salientando-se as contribuições de **Mundell, Aoki, Murata, Pitchford, Chow, Turnovsky, Preston, Modigliani, Pindyck, Buiter, Fair, Hughes Hallett, Kamien, Schwartz, Sengupta, Sheffrin** e muitos outros.

A meados da década de 70, surgem também as primeiras contribuições, com destaque para a obra de **Gregory Chow**, que, defende a utilização de modelos determinísticos ou estocásticos na avaliação da política económica com a especificação das metodologias de cálculo

adequadas. A partir da aplicação de alguns resultados matemáticos, como o **Princípio de Pontryagin**, ou a **Condição de Optimização de Bellman** que, permite o desenvolvimento da **Programação Dinâmica**, como método de resolução de problemas de decisão sequencial, vão aumentando as possibilidades de aplicação dessas metodologias na resolução de modelos e problemas de controlo óptimo aplicados à política económica.

Entretanto, a par do reconhecimento das potencialidades que, a aplicação deste tipo de modelos e metodologias de cálculo, podem trazer para a determinação e análise das medidas de política económica e para uma melhor fundamentação das decisões a tomar pelas autoridades competentes, surgem, também, as primeiras críticas à validade da sua aplicação prática .

Analisando o comportamento do sector privado que, também toma decisões económicas e pode contrariar a vontade governamental, **Lucas** questiona a validade de modelos de controlo óptimo na definição da política económica, enquanto **Kydland** e **Prescott** afirmam a inconsistência temporal dos programas de controlo da política económica, insistindo na necessidade de se aprofundar o estudo das flutuações económicas e dos choques provocados pela introdução da tecnologia, sem intervenção directa das autoridades económicas.

Em termos teóricos, a resposta a estas questões tem conduzido ao desenvolvimento de novos modelos, com a inclusão do papel do sector privado em metodologias do campo da **Teoria dos Jogos** e, ainda, ao incentivo da introdução do risco e incerteza, inerentes a qualquer decisão no campo económico, com a generalização de modelos estocásticos que, possibilitem a correcção adequada das medidas de política económica, perante a constante alteração das situações.

Nos últimos anos, assistimos ao incentivo da utilização deste tipo de modelos e metodologias, com trabalhos empíricos sobre a avaliação das diversas medidas de política económica, em diferentes modelos e regimes de política, de autores como **Bryant, Hooper, Barro, Fischer, Frenkel, Henderson**.

São trabalhos que, não negam a extrema complexidade da realidade económica e o facto, bem demonstrado pelas estatísticas, de que, mesmo com planos e políticas de estabilização o mais rigorosos possível, os países se continuam a debater com desequilíbrios e crises nos vários mercados; mercados que, dificilmente, se adaptam às regras de controlo que vão sendo definidas, com ou sem especificação de modelos de tipo de controlo óptimo.

Mas, não deixam de ser também trabalhos que nos têm permitido aprofundar o conhecimento sobre as propriedades e definição do funcionamento dos sistemas económicos, para os quais parece não ser possível definir regras de controlo de carácter automático mas, onde, todos os dias, se tomam decisões, nomeadamente, ao nível da política económica, decisões essas que, convirá fundamentar com o máximo de rigor e transparência possível.

Em Portugal, as potencialidades da aplicação de modelos de controlo óptimo à economia dos recursos renováveis já foi defendida por **Junqueira Lopes** (1985) e **Maria de Fátima F. Ribeiro** (1995) e, ainda, por **Vítor Martins** (1983) na análise da política económica com o ensaio de metodologias propostas por **G.Chow**.

No presente trabalho, iremos prosseguir a investigação neste campo, questionando a possibilidade de aplicação deste tipo de metodologias na análise de algumas das medidas da política económica seguida em Portugal, entre 1978 e 1992, e o possível comportamento do sistema com medidas alternativas.

O nosso objectivo central não será, naturalmente, uma avaliação exaustiva da política económica seguida em Portugal naquele período. Seria uma tarefa quase inconcebível, não só pela dificuldade de modelização de todos os objectivos e medidas adoptadas para os atingir, como, pelas diferenças naturais e, até, divergências, num período em que se sucederam vários governos, com distintas perspectivas e

dificuldades acrescidas, pela instabilidade política e económica, tanto a nível interno, como externo.

O que procuraremos será, sobretudo, questionar a validade deste tipo de metodologias na definição e possível avaliação de um processo de decisão, tomando como exemplo, neste caso, algumas decisões ao nível da política económica, e procurando verificar as eventuais semelhanças e/ou diferenças no comportamento de um sistema deste tipo, com a dinâmica de evolução que se conhece dos sistemas de carácter mais automático ou mecânico, sistemas que, como vimos, servem de base ao desenvolvimento e formulação das metodologias de **Controlo Óptimo**.

Assim, começaremos, na **PRIMEIRA PARTE** do nosso trabalho, por sistematizar alguns dos principais resultados em que se baseiam as metodologias de **Controlo Óptimo**, começando, no **Capítulo I**, por apresentar a evolução dos conceitos de **estabilidade** e **controlabilidade** dos sistemas dinâmicos e a sua possível aplicação à esfera económica.

No **Capítulo II** apresentaremos a formulação geral dos problemas de **Controlo Óptimo**, aplicados às questões económicas, sublinhando as vantagens de um dos métodos desenvolvidos na sua resolução, a **Programação Dinâmica**, método esse que, se tem revelado adequado à resolução de problemas de decisão ao nível da política económica e, que, possibilitou o desenvolvimento de metodologias de cálculo como as defendidas por **Chow** e **Bryant**, entre outros, com modelos formulados em termos deterministas ou estocásticos.

Terminaremos a **PRIMEIRA PARTE** com o **Capítulo III**, onde apresentamos e analisamos um modelo simples que estimamos com dados da economia portuguesa entre 1978 e 1992, escolhendo quatro objectivos (o Consumo Privado, o Investimento Total, o Produto Interno Bruto e a Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor), objectivos que procuramos influenciar com três controlos (o Consumo Colectivo, a Variação trimestral da Taxa de Câmbio e a Taxa de juro das operações activas em termos reais).

Definido o modelo, em espaço de estados, e estudadas as suas propriedades dinâmicas (**controlabilidade e estabilidade**) e a influência que, a priori, será possível esperar que os três controlos exerçam sobre cada um dos objectivos, com o ensaio da metodologia de "decomposição do sistema", estaremos, no final do **Capítulo III**, em condições de formular o problema de controlo óptimo que utilizaremos para analisar a política económica seguida em Portugal no período considerado.

Na **SEGUNDA PARTE** ensaiaremos a aplicação da metodologia de resolução do problema de controlo óptimo começando, na **SITUAÇÃO I**, por seguir de perto as propostas de **Chow** com a valorização, ao nível da função objectivo, dos desvios, tanto dos quatro objectivos, como dos três controlos escolhidos, para várias hipóteses de ponderação dos objectivos e valorização temporal da sua obtenção.

Na **SITUAÇÃO II**, faremos uma adaptação da metodologia às características do nosso modelos e das regras de controlo obtidas, analisando a possível reacção do sistema à imposição de valores para dois dos controlos - a Variação da Taxa de Câmbio e a Taxa de juro.

Esta análise será desenvolvida, na **SITUAÇÃO III**, com a definição de intervalos de variação dos controlos $VTxC$ e Txj e a construção de 36 Ensaio, com as alternativas de valores que, nos permitirão tirar algumas conclusões sobre as preferências na valorização dos objectivos e as melhores alternativas de controlos para os atingir.

Iniciamos o nosso trabalho conscientes das possibilidades mas, também, das limitações inerentes à utilização de metodologias deste tipo. Limitações essas que, talvez não digam respeito apenas à influência das decisões do sector privado na economia, ou à inconsistência temporal dos programas de controlo, mas que, poderão, também, ter a ver com a complexidade dos sistemas económicos - sistemas em constante mutação que, apresentam uma dinâmica muito própria e pouco

CAPÍTULO I

PROPRIEDADES DOS SISTEMAS DINÂMICOS

Historicamente, a análise dinâmica dos sistemas e o estudo das suas propriedades desenvolveu-se, primeiro, a partir das observações e definições dos conceitos de estabilidade e possível equilíbrio de um sistema, tendo por base as conclusões obtidas pela análise de sistemas, de carácter mais ou menos mecânico, e formalizadas com a utilização de equações diferenciais e às diferenças. Posteriormente, os resultados assim obtidos foram transpostos para outras ciências, da física à biologia, à engenharia..., até chegarem às ciências sociais, inclusivé à própria economia.

Ao mesmo tempo, as dificuldades sentidas pela economia real dos países, com os desequilíbrios e crises de sobreprodução e desemprego, que se fazem sentir desde o século passado e se revelam capazes de abalar todo o sistema e pôr em causa a teoria económica até então conhecida, sobretudo, com a Grande Crise de 1929-33, reforçam a necessidade de se aprofundar o estudo da economia, de analisar a dinâmica do seu funcionamento e, se possível, conhecer melhor as suas propriedades.

A aceitação do carácter dinâmico das relações que se estabelecem na esfera económica conduz à análise das possibilidades de aplicação, na esfera económica, dos resultados, obtidos noutras áreas sobre o funcionamento e propriedades dos sistemas dinâmicos.

Na primeira parte deste CAPÍTULO I, começaremos por apresentar os fundamentos das concepções e dos conceitos de equilíbrio e estabilidade que se desenvolvem, desde finais do século passado, em ciências "não sociais"; seguiremos com a análise do contexto em que, desde a década de 30 do nosso século, se introduz a abordagem dinâmica na economia e, terminaremos, com a definição dos conceitos e formulações matemáticas que, são utilizados, posteriormente, na definição das propriedades dinâmicas dos sistemas e no ensaio da sua adaptação aos sistemas económicos.

1. Primeiras concepções de estabilidade e equilíbrio

As primeiras definições matemáticas de estabilidade e equilíbrio dos sistemas dinâmicos são apresentadas, ainda no final do século passado, por autores como Poincaré e Liapounov, e, continuam a ser referência obrigatória, quando se procura sistematizar a evolução histórica destes conceitos - Pontryagin (1962), Arrow e Hurwicz (1977), Gandolfo (1980), Weintraub (1979, 1991).

Poincaré dedica-se ao estudo da estabilidade de sistemas mecânicos conseguindo, em 1887, ganhar o prémio oferecido pelo rei da Suécia ao responder à pergunta "*O sistema solar será estável?*"

Na análise dos movimentos mecânicos dos sistemas semelhantes ao sistema solar, Poincaré utiliza equações diferenciais do tipo $dx/X = dy/Y$ para definir a direcção do sistema e considera a representação geométrica do par (x, y) como um ponto num plano ou superfície.

Com sistemas deste tipo, as trajectórias são definidas a partir de um ponto de equilíbrio inicial e prosseguem, infinitamente, na vizinhança desse ponto - são sistemas dinâmicos globalmente estáveis, com um único ponto de equilíbrio.

Posteriormente, já na década de 30 do nosso século, Birkhoff vai utilizar os resultados de Poincaré com a preocupação de explicar as trajectórias dos sistemas dinâmicos, sobretudo dos sistemas físicos, utilizando equações diferenciais do tipo

$$dx_i/dt = X_i(x_1, \dots, x_n) \quad \text{com } i = 1, \dots, n.$$

Quando se admitem sistemas de duas variáveis, ou seja, $i=1,2$ podemos representá-los geometricamente num plano. Admitindo ainda que o sistema é linear

$$\begin{aligned} dx_1/dt &= ax_1 + bx_2 \\ dx_2/dt &= cx_1 + dx_2 \end{aligned}$$

ou, matricialmente,

$$d \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} / dt = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

exigindo-se que, o valor de $(ad - bc)$ seja diferente de zero para que a matriz dos coeficientes seja não singular.

Considerando, no plano, a existência de um ponto de equilíbrio na origem, onde $X(t) = 0$, em que $X(t) = [x_1(t), x_2(t)]$ e $dX/dt = 0$, sabe-se que, se o sistema se situar, à partida, nesse ponto, não será de esperar que se afaste dele.

No entanto, nesse mesmo plano, existirão outros pontos e podemos considerar que, em dado momento, e por razões desconhecidas (choque inicial ou explosão como a que se admite para a formação do sistema solar), o sistema se poderá situar noutro ponto do plano. As trajectórias, a partir desses outros pontos, poderão ser definidas tendo por base os valores das raízes próprias da matriz dos coeficientes e das respectivas representações geométricas no plano.

Se a matriz dos coeficientes for não singular, poderá apresentar duas raízes próprias reais ou um par de complexos conjugados.

Com raízes reais, se as duas forem negativas, o plano estará coberto por linhas convergentes para o ponto de equilíbrio da origem, ponto que funcionará como a "cova" do sistema.

Se as raízes forem reais mas, positivas, teremos um plano coberto por linhas que partem do ponto de origem, ponto que, neste caso, actua como "fonte" do sistema.

Quando as raízes são complexos conjugados, três situações são possíveis: se as partes reais forem negativas, o plano estará coberto de espirais, convergentes para o ponto de origem; se as partes reais forem positivas, as espirais afastar-se-ão da origem, e, se forem nulas, teremos círculos à volta do ponto de origem.

Aumentando o número de variáveis e admitindo equações não lineares, os cálculos complicam-se. Nestas situações, Birkhoff já considera a possibilidade de se generalizarem os resultados obtidos com a análise linear e a representação num plano.

A preocupação central deste autor, na linha dos resultados obtidos por Poincaré, mantém-se com os sistemas físicos e o tipo de forças que poderão caracterizar o seu funcionamento.

Além do sistema solar - um sistema de tipo conservativo (que mantém constante a quantidade de matéria, independentemente, da posição relativa dos seus elementos), e, também, recursivo (a posição dos elementos, neste caso os planetas, pode ser definida avançando e recuando no tempo ao longo das trajectórias definidas) - Birkhoff vai analisar outros sistemas não recursivos ou causais que evoluem com sentido definido e sem a tendência de retomarem o estado de equilíbrio inicial.

No entanto, mesmo os sistemas não recursivos, poderão possuir forças centrais, capazes de atrair todas as outras forças com determinada periodicidade e, até, de as conduzirem para um ponto específico em determinado intervalo de tempo. Introduz-se, assim, uma nova concepção de ponto de equilíbrio dos sistemas dinâmicos - pontos que, não se definem pela ausência de forças capazes de alterar o sistema, mas sim, pela existência e a possibilidade de

orientação dessas forças com determinado sentido para pontos específicos .

Matematicamente, este processo poderá ser representado com a utilização de equações de Lagrange e Hamilton, procurando-se a minimização dos esforços para se atingir o ponto de equilíbrio desejado.

Esta nova concepção de equilíbrio conduz-nos à definição de outro tipo de estabilidade de um sistema dinâmico, estabilidade que, não se identifica com a ausência de mudanças, mas sim, admitindo a presença, inevitável, de alterações do sistema e a possibilidade de se diferenciar o seu comportamento, de acordo com a região onde ele se situa. O espaço de representação do sistema poderá, assim, ser subdividido em regiões que, serão consideradas estáveis ou instáveis, de acordo com o critério de incluírem, ou não, no seu interior, um ponto de equilíbrio, ponto esse que será capaz de atrair todas as forças de movimento do sistema.

Temos, assim, um segundo conceito de estabilidade, não absoluta mas local, que acabou por ser desenvolvido por Liapounov, como veremos de seguida, e se generalizou como estabilidade "no sentido de Liapounov".

Com esta definição do conceito de estabilidade e a consideração de regiões de estabilidade no espaço de fases respectivo, definem-se também as trajectórias que serão consideradas estáveis se, a partir de determinado ponto, se mantiverem sempre no interior de uma região de estabilidade. Os próprios pontos de equilíbrio, só serão estáveis se, qualquer movimento inicial na vizinhança desse ponto, não conseguir afastar o sistema para fora da respectiva região de estabilidade, mesmo que ela seja uma região muito pequena.

Liapounov parte também da análise da dinâmica do comportamento de sistemas físicos mas, vai-se dedicar mais ao estudo dos movimentos oscilatórios de tipo mecânico, tomando como exemplo as oscilações de um pêndulo. As conclusões, obtidas a partir do estudo destes movimentos oscilatórios, serão futuramente

utilizadas na análise das oscilações e ciclos económicos por autores como Frisch, como veremos no próximo ponto deste capítulo.

Para além do estudo dos movimentos oscilatórios, Liapounov vai-se, ainda, dedicar à análise da dinâmica dos sistemas de tipo dissipativo que, ao contrário dos de tipo conservativo, não mantêm constante a quantidade de matéria (energia, recursos...) utilizando equações diferenciais do tipo $dx/dt = X(x,t)$, sendo x e X vectores de ordem n e $X(0, t) = 0$. $x = 0$ será uma solução de equilíbrio e, as trajectórias de deslocação do sistema serão definidas com os valores de $x(t)$ que, satisfaçam a equação diferencial anterior.

Para definição da estabilidade local (ou "estabilidade no sentido de Liapounov", como já referimos), este autor utiliza sistemas diferenciais do tipo $dx/dt = A x + f(x)$, onde A é uma matriz de coeficientes constantes de ordem $n \times n$. A condição necessária e suficiente para a existência de estabilidade local será, também aqui, definida através do cálculo dos valores próprios da matriz A - para que o sistema seja localmente estável, será preciso que as partes reais dos valores próprios de A sejam negativas.

A análise das situações possíveis, com diferentes valores próprios da matriz A e a resolução directa do sistema de equações diferenciais, definindo-se a dinâmica do comportamento do sistema pelo cálculo do seu limite quando $t \rightarrow \infty$ designa-se, por vezes, como o primeiro método de Liapounov.

O segundo método deste autor, parte de uma função $V(x,t)$, com primeiras derivadas contínuas num intervalo muito perto da origem, de forma que, ao longo da trajectória $dx/dt = X(x, t)$, tenhamos:

$$V = \sum X_i \delta V / \delta x_i + \delta V / \delta t.$$

Se for possível encontrar uma função V , tal que, para um valor pequeno de x , V for maior que zero e a sua derivada parcial

($\delta V/\delta t$) for inferior a zero, podemos afirmar que o ponto de origem é estável.

A representação geométrica de uma situação em que V seja constante será (indo ao encontro das conclusões referidas por Birkhoff) uma série de curvas ovais à roda do ponto de origem; curvas, a tender para a origem, quando ela for estável, e, inversamente, a expandir-se, a partir da origem, se for um ponto instável ¹.

Enquanto estes autores chegam às definições de conceitos matemáticos, a partir de observações sobretudo do comportamento dos sistemas físicos, outros há, pela mesma época, que abordam a mesma problemática, mas situando-se noutras áreas.

Ao estudar os processos biológicos, em sistemas com características dissipativas da matéria e de irreversibilidade de posições dos elementos, autores como Volterra e Lotka, também pela década de 30 do nosso século, estabelecem as bases do que alguns designam por "teoria matemática da luta pela vida".

Tendo por preocupação fundamental a possibilidade de se definir uma lei de crescimento populacional para uma comunidade de serem vivos, por exemplo, um cardume de peixes (com uma determinada população P), sujeitos ao efeito da pesca humana (que dará origem a uma quantidade Q de produção, com a utilização dos

¹Das inúmeras referências que encontramos aos métodos e resultados de Liapounov a propósito da definição e evolução dos conceitos de estabilidade, merecem destaque as várias definições de estabilidade e as relações que entre elas se podem estabelecer, apresentadas por Takayama (1974, cap.3-H); em Gandolfo (1980, Parte III, cap.2) encontramos, também, explicações detalhadas sobre o conceito de estabilidade e os teoremas fundamentais utilizados no "segundo" método de Liapounov, com aplicações à esfera económica.

vários recursos de produção X) os autores recorrem a expressões matemáticas para a formulação do problema.

Assim, se o objectivo for a maximização do lucro decorrente da actividade pesqueira, haverá que determinar as quantidades de recursos produtivos a utilizar, tendo presentes as restrições decorrentes das possibilidades de utilização dos recursos vivos, neste caso, o cardume de peixes. Conhecida a lei de crescimento natural de peixes, será possível determinar a quantidade que se poderá pescar sem alterar a população inicial e, sobretudo, sem permitir que ela diminua para níveis tão baixos que, possam conduzir à sua extinção (Junqueira Lopes, 1985).

Em termos matemáticos, Lotka propõe a formulação de um problema de maximização do lucro, sujeito às restrições que definirão o comportamento do sistema dinâmico, com equações diferenciais do tipo

$$dX_i / dt = F_i (X_1, X_2, \dots, X_n; P, Q)$$

sistema que, atingirá o ponto de equilíbrio (ou estado estacionário) quando P (população, por exemplo peixes) e Q (quantidade produzida, aqui, peixes pescados que, não deverão exceder o seu crescimento natural) forem constantes fixas.

Preocupações com a definição de equilíbrio e estabilidade dos sistemas dinâmicos, utilizando os resultados conhecidos noutras áreas, nomeadamente na matemática, são visíveis, ainda pela mesma época, na química, engenharia e, também, nas ciências sociais, chegando à economia.

Leon Walras, em 1900, formula, pela primeira vez, a definição de um sistema económico, em qualquer momento do tempo, como a solução de um sistema de equações simultâneas. Sistema esse, onde se incluem a procura dos bens pelos consumidores e a oferta dos mesmos bens pelos produtores e que, estará em equilíbrio, sempre que a oferta seja igual à procura de mercado.

A partir daí, desenvolve-se toda uma linha de investigação que procura explicitar modelos de equilíbrio geral dos mercados e

questiona a existência do equilíbrio, a eficiência do equilíbrio competitivo, a sua estabilidade, a possibilidade de o equilíbrio não ser único e as leis da sua variação com respeito a vários parâmetros.

Sem pretendermos ir tão longe como Kenneth Arrow (1983) que chega a afirmar que muito deste esforço de investigação foi "estéril", diríamos, com Bent Hansen (1970, pag.3) que o "equilíbrio é essencialmente um conceito dinâmico, e às vezes, problemas da teoria do equilíbrio estático só podem ser resolvidos se se considerar a natureza dinâmica do equilíbrio".

Opinião que a realidade parece reforçar, quando as economias de muitos países se vão defrontando com múltiplos desequilíbrios e se vai reconhecendo a incapacidade do pensamento económico clássico para explicar e encontrar as respostas adequadas às dificuldades das crises. Surge, então, a necessidade de se encarar a economia numa perspectiva dinâmica e de ensaiar a aplicação dos resultados desenvolvidos nas outras ciências, como veremos no próximo ponto deste capítulo.



2. Primeiras contribuições para a abordagem dinâmica da economia

Ainda pela década de 30 do nosso século, as principais preocupações do pensamento económico continuam a centrar-se no desenvolvimento da teoria dos ciclos e os modelos matemáticos utilizados seguem os resultados de Walras, sem questionar a existência de preços capazes de garantirem o equilíbrio entre a oferta e a procura nos vários mercados.

Entretando, a realidade vai dando provas da crescente instabilidade dos mercados, com crises de sobreprodução e desemprego que culminam com a Grande Crise dos finais dos anos 20 que, como é sabido, abala a estrutura económica de muitos países e põe em causa a validade do pensamento económico reconhecido.

Impedidos pela necessidade de encontrar explicações e, se possível, respostas capazes de diminuir os efeitos desses desequilíbrios, autores pioneiros, como Hicks, Frisch, Keynes e Tinbergen adoptam a abordagem dinâmica dos fenómenos económicos e são referências obrigatórias, quando procuramos as origens da formalização dinâmica dos sistemas económicos (por exemplo, em Samuelson, 1947; Gandolfo, 1980; Takayama, 1974; Henin, 1979; Weintraub, 1978, 1991).

Admitindo a possibilidade de generalização dos resultados, já conhecidos noutras áreas, nomeadamente, a utilização de equações diferenciais e às diferenças para descrever o comportamento dos sistemas, estes autores, tentam utilizá-los para analisar as relações que se estabelecem na esfera económica.

Ao procurar explicar o mecanismo de formação dos preços, o papel da moeda e o risco presente num mundo de escolhas intertemporais, John Hicks é um dos primeiros a admitir que, os sistemas económicos possuem uma dinâmica inerente ao seu

funcionamento e a tentar definir condições matemáticas que, garantam a estabilidade dos mercados e permitam a determinação dos preços de equilíbrio.

Este autor parte de um modelo estático de equilíbrio geral, onde se admitem n mercados e n preços para os respectivos bens, e, tendo presentes as conclusões obtidas anteriormente por Walras, haverá que determinar apenas $n-1$ preços relativos, com as n equações correspondentes aos vários mercados. No entanto, admitindo que as alterações previstas serão susceptíveis de influenciar as decisões dos vários agentes económicos, num horizonte futuro de m períodos de tempo, teremos mais mn variáveis para determinar, com o mesmo número de equações.

Nesta situação, Hicks defende que o equilíbrio possível terá, sempre, carácter temporário, uma vez que só poderá ser garantido se os agentes tiverem expectativas absolutamente racionais, ou seja, se conseguirem uma perfeita previsão da evolução futura dos preços. A inclusão da incerteza e dos efeitos perturbadores, por exemplo, da moeda, poderão revelar-se suficientes para se alterarem os preços relativos e para a instabilidade dos mercados.

Para a definição das condições matemáticas que garantam a estabilidade de um equilíbrio, Hicks parte de um bem r ($r=1,...,n$) que, terá uma oferta constante X_r^* e igualará a procura X_r do mesmo bem. Um equilíbrio, para ser perfeitamente estável, irá exigir que a procura de r diminua, quando o seu preço p_r aumentar, ou seja, matematicamente, teremos $dX_r / dp_r < 0$.

Generalizando, para as procuras e preços relativos de outros bens, poder-se-ão construir jacobianos do tipo

$$|\delta X_r / \delta p_r|; \quad \begin{vmatrix} \delta X_r / \delta p_r & \delta X_r / \delta p_s \\ \delta X_s / \delta p_r & \delta X_s / \delta p_s \end{vmatrix}; \quad \begin{vmatrix} \delta X_r / \delta p_r & \delta X_r / \delta p_s & \delta X_r / \delta p_t \\ \delta X_s / \delta p_r & \delta X_s / \delta p_s & \delta X_s / \delta p_t \\ \delta X_t / \delta p_r & \delta X_t / \delta p_s & \delta X_t / \delta p_t \end{vmatrix}.$$

que, serão os determinantes que se obtêm, com os menores principais de uma matriz definida negativa. Para que o equilíbrio

seja perfeitamente estável², o valor destes jacobianos deverá alternar de sinal, ou seja, começando o primeiro por ser < 0 , o segundo > 0 , o terceiro < 0 , etc., garantindo-se, também, o valor máximo do equilíbrio.

Assim, e independentemente das decisões intertemporais dos agentes, a formação das suas expectativas e o risco inerente às suas actuações, para John Hicks o equilíbrio temporário do mercado será possível e a sua estabilidade garantida, com as condições de maximização da utilidade do consumidor ou do lucro do produtor.

Estas concepções de estabilidade, entendida como um processo independente e autónomo, sem intervenção directa dos agentes económicos que actuariam, defendendo os seus interesses e seguindo as leis do mercado, tal como a própria definição dos pontos de equilíbrio desses mercados, são apresentadas por John Hicks no contexto de uma teoria e modelo de equilíbrio geral. Posteriormente, estes conceitos serão retomados por inúmeros autores³ e servem, ainda, de base às teorias de inspiração neoclássica que, procuram explicar, não só a estabilidade e os equilíbrios em mercados competitivos como, também, o papel da moeda ou, ainda, a dinâmica do crescimento e a teoria do capital.

Ainda pela mesma década de 30, outro economista e matemático, Ragnar Frisch, acredita que os sistemas económicos têm características de evolução dinâmica que, se podem considerar semelhantes às que se verificam noutros sistemas de tipo físico ou mecânico.

Tendo presentes as conclusões obtidas, por autores como Liapounov, que, como vimos, apresenta resultados empíricos da observação das

² A distinção entre equilíbrio perfeita e imperfeitamente estável, introduzida por Hicks e, os desenvolvimentos, posteriores, destes conceitos de autores como Samuelson, Lange, Metzler e Morishima, são apresentados e bem sistematizados, por exemplo, em Takayama (1974, cap.3-D).

³ Dos quais podemos destacar Metzler (1945); Samuelson (1947); Arrow, Hurwicks (1958, 1977) e Block (1959); Negishi (1962); Takayama (1974); Weintraub, (1978); Henin (1979); Burmeister (1980); Arrow (1983); Buiter (1990).

oscilações dos sistemas, tendo por base a mecânica de oscilação de um pêndulo e, ainda, os resultados, já conhecidos, sobre a evolução das séries temporais, R. Frisch vai centrar-se na explicação e desenvolvimento da teoria dos ciclos, tendo especial preocupação com a definição matemática dos conceitos em termos dinâmicos.

Assim, para R. Frisch, uma relação poderá ser considerada dinâmica, se contiver, pelo menos, uma das variáveis relativa a diferentes momentos no tempo. As próprias variáveis, poderão ser apresentadas na sua forma instantânea, por exemplo x_t seria o valor de x , em dado momento t mas, admitindo uma evolução dinâmica de x_t , define-se a sua variação em determinado momento ou intervalo de tempo como dx_t/dt ou $(x_{t+s} - x_t)$.

O estudo da evolução (trajectória) temporal das diversas variáveis, que, graficamente, será a forma das curvas x_t, y_t, z_t , etc., poderá ser obtido, directamente, com a equação estrutural do sistema, sem qualquer necessidade de definição dos seus valores de equilíbrio. Se a evolução do sistema, a partir de determinado momento t , não conduzir a alterações dos valores de x_t, y_t, z_t, \dots , estaremos numa situação que, se pode considerar de equilíbrio estacionário, onde a ausência de mudança se traduz no valor nulo das variáveis dinâmicas $dx_t/dt, dy_t/dt, dz_t/dt, \dots$

No entanto, mesmo uma posição de equilíbrio estacionário, pode ser perturbada sob o efeito de choques que actuem sobre o sistema. No caso dos sistemas económicos, Frisch considera que, esse tipo de choques são mesmo inevitáveis e, para questionarmos a estabilidade e a evolução que o sistema seguirá após os choques, teremos que ter presente que, se trata de sistemas não recursivos ou causais, para os quais, terá pouco sentido a aplicação do conceito de estabilidade global ou de Poisson.

Para sistemas económicos, será mais adequada a definição de estabilidade local, apresentada por Liapounov, que, como vimos anteriormente, admite a possibilidade de se considerarem várias regiões de estabilidade. Regiões essas que, conterão no seu interior pontos que, podemos considerar pontos de equilíbrio, se tiverem a

propriedade de atrair todas as forças que actuam sobre o sistema, dentro da respectiva região de estabilidade.

Admitindo que se verifica a estabilidade local do sistema, ou seja, que, sejam quais forem os efeitos a que ele possa estar sujeito, acabará, sempre, por se dirigir para um desses pontos de equilíbrio, duas situações são possíveis após o choque perturbatório: ou o sistema se afasta um pouco mas, sem sair da respectiva região de estabilidade e, acaba por retomar o ponto de equilíbrio original, ponto esse que, será, assim, considerado um equilíbrio estável; ou, o sistema abandona o equilíbrio original e se dirige para um novo ponto de equilíbrio, numa nova região de estabilidade, e dizemos que o ponto de equilíbrio original era instável.

Partindo do princípio de que os sistemas económicos estão sempre sujeitos a choques aleatórios, R. Frisch é dos primeiros autores a introduzir os conceitos de risco e incerteza na evolução destes sistemas. Evolução essa que, apresentará características de movimentos oscilatórios, sujeita, sempre, a dois tipos de pressões: umas de carácter endógeno, inerentes à própria estrutura interna da economia, e outras causadas por choques exógenos, exteriores ao funcionamento dos elementos que constituem o sistema económico.

Para a análise e quantificação das oscilações provocadas por estes dois tipos de influências, o autor baseia-se nos resultados conhecidos do estudo das séries temporais - conceitos e medidas de tendência, inclinação, ciclos e flutuações e, ainda, na formulação de modelos matemáticos com equações às diferenças e diferenciais.

Partindo, tal como Liapounov, da oscilação mecânica de mais fácil representação - a imagem do movimento de um pêndulo, é possível admitir que, a trajectória temporal definida por esse pêndulo, se obtém pela solução geral de uma equação diferencial de segunda ordem e, ainda que, essa trajectória estará sempre dependente da posição inicial de partida e da velocidade a que o pêndulo se desloca.

Ao transpor estas imagens para o comportamento de um sistema dinâmico de carácter social e, concretamente, para o campo económico, R. Frisch vai sistematizar as suas conclusões, dizendo que, a trajectória da evolução de um sistema económico que sofreu alguma perturbação resultará sempre da soma de três componentes:

- 1) a tendência ou inclinação, matematicamente fornecida pelo termo de primeira ordem da equação diferencial;
- 2) a oscilação, que, será a flutuação, associada às segundas derivadas que se obtêm a partir da equação e,
- 3) uma componente de acumulação dos choques, que aumenta, ou diminui, o efeito das perturbações aleatórias e que, se poderá representar tendo por base a curva da trajectória temporal que seguiria a solução do sistema, se admitissemos que o movimento continuava sem qualquer perturbação.

Na análise da validade dos resultados apresentados por Ragnar Frisch, deveremos ter presente que, ele trabalha numa época em que as preocupações da teoria económica se centram no estudos dos processos e possíveis explicações para a existência dos ciclos económicos e, não, na sua quantificação. Este autor tem, assim, o mérito de procurar utilizar resultados desenvolvidos noutras ciências, nomeadamente, a possibilidade de formulação e resolução de modelos matemáticos, para uma análise mais empírica dos fenómenos económicos e das possibilidades de intervenção das autoridades, através da política económica e do planeamento, estabelecendo, ainda, as bases e colocando questões que serão futuramente desenvolvidas por ramos do conhecimento que, hoje, designamos por economia matemática e econometria ⁴.

⁴ O mérito de R.Frisch e as suas múltiplas contribuições para o desenvolvimento da ciência económica é brilhantemente demonstrado por Kenneth Arrow (1960) que sistematiza os principais resultados de 119 trabalhos publicados por Frisch entre 1923 e 1959.

Com John Keynes - um teórico mas, ao mesmo tempo, um político preocupado com a análise e possível resolução dos problemas da sua época - surge uma nova perspectiva para a explicação do comportamento dinâmico dos sistemas económicos.

É uma perspectiva que, contesta, não só a existência mas, sobretudo, a eficácia, dos mecanismos automáticos de regulação da actividade económica⁵, indo ao encontro da concepção de que os sistemas económicos, ao contrário dos sistemas físicos, são não reversíveis ou causais, e a sua evolução não é pré-determinada ou com tendência para atingir, por si só, qualquer ponto de equilíbrio.

Confrontado com a existência das crises económicas e assistindo de perto às consequências da Grande Crise dos finais dos anos 20, Keynes sente a incapacidade da teoria económica vigente, não só para explicar os fenómenos mas, acima de tudo, para encontrar as respostas adequadas aos vários problemas, e defende a necessidade de um papel mais interveniente das autoridades, no sentido de se corrigirem os desequilíbrios persistentes nos mercados, nomeadamente o desemprego.

Não tendo por preocupação as análises e possíveis explicações das situações de equilíbrio da produção e do emprego, Keynes centra-se no estudo dos processos e das suas variações. Abandona a abordagem microeconómica dos mecanismos de formação e

⁵ Situação que Delfaut (1977, p.26) assim resume: "Nos anos 20, a palavra chave do pensamento clássico continuava, pois, a ser o equilíbrio automático:

Equilíbrio automático do mercado de trabalho a nível do pleno emprego através de ajustamentos da taxa de salário;

Equilíbrio automático da poupança e do investimento através de ajustamentos da taxa de juro;

Equilíbrio automático dos mercados de bens e serviços através de ajustamentos dos preços relativos;

Equilíbrio automático das trocas externas através de ajustamentos do nível geral de preços.

Como é que poderíamos, então, explicar as crises periódicas, cuja existência era perfeitamente reconhecida, e, mais ainda o desemprego permanente que o Reino Unido conhecia desde o final da guerra?".

ajustamento dos preços e quantidades nos vários mercados e, admitindo a possibilidade de agregação das diferentes funções económicas, introduz a formalização dos processos com funções macroeconómicas.

Como condição de equilíbrio na esfera real da economia, Keynes defende que, a oferta agregada deverá, necessariamente, igualar a procura agregada, sendo esta última, numa economia fechada, o somatório da procura de bens de consumo, de investimento e destinados aos gastos públicos.

A partir desta condição de equilíbrio, com as necessárias igualdades entre produto, rendimento e despesa, e introduzindo, ainda, os conceitos de propensão ao consumo e à poupança, Keynes chega à condição essencial da necessidade de o investimento ser igual à poupança.

Na análise do funcionamento do mercado de trabalho, este autor opõe-se claramente às concepções da escola clássica que, apresenta como principal justificação dos desajustamentos do mercado, a rigidez dos salários reais à descida. Keynes introduz a concepção de desemprego involuntário que pode existir, mesmo sem a presença de qualquer rigidez dos salários, uma vez que, o emprego é oferecido de acordo com as necessidades do processo produtivo, sem ter em consideração as disponibilidades da população activa ⁶. Assim, é a procura que determina o emprego e, terá que ser através da actuação sobre os componentes da procura que as políticas governamentais deverão actuar para corrigir os desequilíbrios dos mercados.

⁶ " Para Keynes, o emprego é função da procura efectiva e não da taxa de salário real; ... pelo contrário, a taxa de salário real, ..., depende do nível de emprego. Encontramos aqui, ... um aspecto característico do raciocínio keynesiano que substitui um esquema de interdependência por um esquema de causalidade. Assim, o nível de rendimento depende da procura efectiva, mas esta não depende do rendimento; o investimento é influenciado pela taxa de juros, mas a taxa de juros não é influenciada pelo investimento; a poupança resulta do investimento, mas o investimento não provém da poupança, etc." - Pierre Delfaud, (ob.cit. pag. 65-66, sublinhado nosso).

A posição crítica em que Keynes se coloca, face às contribuições dos outros autores para a análise dinâmica dos fenómenos económicos, não lhe permite a utilização ou tentativas de clarificação dos conceitos e definições de equilíbrio e estabilidade anteriormente apresentados. Aliás, partindo, sobretudo, da análise da situação concreta das economias que o rodeiam, nomeadamente, como já referimos, das consequências da crise no início dos anos 30, este autor, não só admite o desequilíbrio como característica fundamental do funcionamento dos mercados, como chega a afirmar, em total oposição às concepções "clássicas" da dinâmica económica, que, uma economia com desemprego poderá estar numa situação de estabilidade e outra, com pleno emprego, poderá estar numa situação de instabilidade.

Como bem sintetiza H.P.Minsky (1975, p.61) *"Cada referência de Keynes a um equilíbrio deve ser interpretada como uma referência a um conjunto transitório de variáveis para o qual tende a economia... . No espírito de Keynes, no seio de cada equilíbrio de curto prazo estão em curso processos que desequilibram o sistema. A estabilidade não é apenas um objectivo impossível de atingir; mesmo que em determinado momento se estivesse a obter qualquer coisa próximo da estabilidade, surgiriam processos desestabilizadores."*

Apesar das múltiplas críticas à sua obra, nomeadamente por lhe apontarem uma perspectiva de curto prazo, incompatível com uma análise dinâmica da economia, as ideias e conceitos inovadores de Keynes, serão, futuramente, retomados por autores como Harrod e Domar no estudo da dinâmica do crescimento económico e das flutuações que o acompanham.

Vejamos, por exemplo, o conceito de "multiplicador" de investimento, apresentado por Keynes como a relação entre a variação do rendimento nacional e a variação do investimento, que, dificilmente, se pode considerar um conceito dinâmico, mas que será posteriormente utilizado, a par do princípio do "acelerador", nos modelos dinâmicos de Harrod e nos primeiros modelos que, autores

como Phillips, formalizam para a análise da política económica, como veremos no próximo ponto deste capítulo.

Sendo um dos primeiros a chamar a atenção para a possibilidade do desequilíbrio ser inerente à evolução da economia e para a necessidade da intervenção orientada dos vários agentes decisores, como forma de correcção dos problemas da economia, Keynes defende o aumento do conhecimento sobre a situação real dessa mesma economia, com a recolha e, possível sistematização, de dados de informação estatística.

Nesta linha, um seu colaborador, Richard Stone, estabelece as bases teóricas e orientações metodológicas concretas que permitirão o desenvolvimento e institucionalização da recolha e tratamento de informação estatística, nomeadamente, através dos sistemas de contabilidade nacional. A contabilidade nacional, adoptada e normalizada nos vários países, passará a fornecer, com regularidade, a informação estatística indispensável aos testes empíricos sobre a evolução económica e para a formulação e avaliação das políticas macroeconómicas.

Já nos nossos dias, e citando as "principais proposições keynesianas" apresentadas por James Tobin, em 1990⁷, que as considera ilustrativas do papel que o conceito de estabilidade tem no pensamento keynesiano, R. Arena e D. Torre (1992) apontam os factores que podem ameaçar essa estabilidade, com especial

⁷ Proposições essas que seriam:

"(i) as flutuações da actividade económica de curto e de médio prazo são devidas às variações da procura global e ao grau de utilização da capacidade produtiva

(ii) existe um desemprego involuntário

(iii) se as economias de mercado dispõem de mecanismos de estabilização automáticos que lhes permitem o reequilíbrio da oferta potencial e da procura global, estes mecanismos são, no entanto, raramente fiáveis e quase sempre muito lentos

(iv) a política económica pode e deve ser anticíclica." - R. Arena e D. Torre, (1992, pag.10).

destaque para a incerteza com que se defrontam os agentes decisores.

Incerteza que, para Keynes, serviria, apenas, para distinguir o que sabemos e conhecemos com certeza do que é simplesmente provável, mas que, acabou por ser incluída em modelos pós-keynesianos, nomeadamente, nos que se formulam para análise das políticas macroeconómicas, como teremos oportunidade de referir no próximo capítulo.

Retomando a década de 30 e os autores pioneiros na análise dinâmica dos sistemas económicos, não poderá ser esquecida a contribuição de Jan Tinbergen - um físico, com sólida formação matemática que, se dedicou à economia por motivações sociais e políticas - afirma que, uma teoria só poderá ser considerada dinâmica se, as variáveis, relativas a diferentes momentos do tempo, se inserirem numa equação.

Para Tinbergen (1944, pag.15) *"uma posição de equilíbrio" é "uma situação económica que permanece inalterada, a não ser que surja uma interferência externa"*. E acrescenta *"A priori, estamos longe da certeza de que esse tipo de posições existam"*.

Seguindo a definição de estabilidade local de Liapounov e os conceitos de equilíbrio estável e instável anteriormente apresentados, Tinbergen (ob.cit. pag.16), também afirma que *"Falamos de um equilíbrio estável nos casos em que, após uma perturbação, ocorre um movimento de regresso à posição de equilíbrio original, e de um equilíbrio instável se o resultado for um movimento de afastamento dessa posição..."*

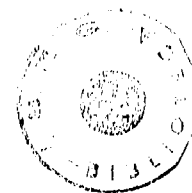
Na linha dos trabalhos de Frisch e das ideias de Keynes sobre a necessidade e possibilidades de intervenção no sistema económico, Tinbergen defende a utilização de modelos econométricos na análise e escolha de políticas que possam contribuir para a resolução dos desequilíbrios com que diversos países se debatiam na altura.

Defendendo, ainda, a utilização das soluções de equações diferenciais e às diferenças para determinar as posições de equilíbrio e trajectórias das diversas variáveis, Tinbergen não deixa de chamar a atenção para os cuidados imprescindíveis para uma correcta aplicação dos resultados matemáticos à área económica. Serão preocupações a ter presentes no próprio momento da construção dos modelos matemáticos que, deverão partir dos dados disponíveis e dos problemas prementes da economia real e, posteriormente, no cuidado da interpretação dos resultados, uma vez que, muitas soluções matemáticas se poderão revelar absurdas, quando transpostas para a área económica.

A grande importância que este autor atribui à aplicação económica dos resultados dos modelos matemáticos está presente ao longo de toda a sua obra teórica que, em grande parte, resulta dos problemas específicos que teve que resolver no "Netherlands Central Planning Bureau". Assim, ao defender a aplicação de modelos para a formulação e análise dos problemas económicos e, concretamente, para a política económica Tinbergen (1956, pag. 28) não deixa de referir que *"Uma vez que um modelo é sempre uma visão simplificada da realidade, e a realidade pode diferir grandemente de uma situação para outra, segue-se que terão que se construir muitos modelos diferentes, cada um deles para alguns dos aspectos da vida económica."*

Muitas das questões colocadas por este autor - nomeadamente, o que ficou conhecido como "regra de Tinbergen", sobre a necessidade de o número dos instrumentos a utilizar não poder ser inferior ao número de objectivos que se consideram num modelo política económica, para se verificar a controlabilidade do sistema - são questões que suscitaram o interesse de outros autores e estabeleceram as bases da definição das propriedades dos sistemas dinâmicos e da sua possível aplicação a problemas económicos, sobretudo, ao nível das políticas macroeconómicas.

Será sobre o desenvolvimento e definição dessas propriedades que nos ocuparemos no próximo ponto deste capítulo.



3. Propriedades dinâmicas dos sistemas económicos

A partir dos conceitos e preocupações sobre a dinâmica dos sistemas e a possibilidade da sua utilização na esfera económica que, como vimos, estão presentes nas obras de autores como R. Frisch e J. Keynes, desde o início da década de 30 e nos anos posteriores, J. Tinbergen é um dos primeiros a defender a utilização de modelos econométricos para a formulação e análise de políticas que pudessem contribuir para a resolução dos problemas do desemprego e de outros desequilíbrios económicos.

A Guerra de 1939-45 contribuiu para o reforço do papel do Estado na área económica, e, encontramos, pelo início da década de 50, modelos formulados por autores como Tustin, com o objectivo explícito de contribuírem para a definição de políticas de estabilização dos sistemas económicos.

São modelos que, ainda seguem de perto os conceitos de estabilidade que decorrem dos sistemas físicos. Mais concretamente, são modelos que, questionam a possibilidade de definição de mecanismos de controlo, com características dos controlos automáticos conhecidos (do tipo, por exemplo, de bombas e válvulas de regulação dos níveis de água, de pressão, etc.), controlos que, por si sós, seriam capazes de corrigir os desvios da trajectória desejada dos sistemas.

Transpostos para o campo da política económica, procura-se, com modelos deste tipo, definir "regras automáticas" de actuação que, fixadas em determinado momento, se mantenham sempre constantes, independentemente da evolução posterior do sistema económico.

A mais conhecida destas "regras automáticas" foi fixada por Friedman, já na década de 60, e consiste na definição de uma taxa

de crescimento constante - de 3 a 5% ao ano - da massa monetária, como garantia de crescimento estável, e equilibrado, da própria economia.

Ainda na década de 50, Phillips (1954, 1957) formaliza modelos de política económica com a introdução dos princípios do multiplicador e acelerador com equações diferenciais do tipo

$$y'(t) = a y(t) + b x(t)$$

onde se admite que $y(t)$ é uma variável objectivo e $x(t)$ uma variável de controlo do sistema económico.

As leis ou regras de controlo automático do sistema podem definir-se como

$$x(t) = f_i [y(t)]$$

para vários tipos de funções f_i - com proporções, derivadas ou integrais - funções essas que, poderão ser introduzidas na equação inicial, de definição do comportamento do sistema, permitindo-nos a escolha da melhor regra de controlo da economia.

Na formulação de modelos deste tipo estão presentes as propriedades dinâmicas dos sistemas que, como vimos, começam por ser abordadas a partir da física e da matemática e, depois, se divulgam na análise de outros tipos de sistemas.

Vejamos, de seguida, as principais definições e formulações das propriedades dos sistemas dinâmicos - controlabilidade, e estabilidade, tal como são desenvolvidas por autores que se situam na esfera económica, tal como, ainda hoje, estão presentes na formulação e resolução de problemas de controlo óptimo dos sistemas económicos.

3.1. Controlabilidade

Nas origens da definição desta propriedade encontramos as questões e formulações dos trabalhos pioneiros de Tinbergen com sistemas estáticos do tipo

$$A^*Y + C^*X + Z^* = 0$$

onde:

Y = vector dos m objectivos

X = vector das r políticas ou controlos

Z^* = vector das variáveis exógenas não sujeitas a controlo

A^* e C^* = matrizes de coeficientes constantes de dimensão $m \times m$ e $m \times r$, respectivamente.

definindo-se como condição para a existência de controlos do sistema a não singularidade da matriz C^* , dos coeficientes dos instrumentos, para que, ao invertê-la, possamos determinar os vectores de políticas a seguir.

Admitindo que, os m objectivos e os r controlos, são linearmente independentes, para que exista um vector de controlos capazes de conduzirem o sistema para os objectivos pretendidos, i.e. para a controlabilidade estática do sistema, será condição necessária e suficiente que o número de controlos linearmente independentes seja maior, ou igual, ao número de objectivos também linearmente independentes.

Sendo os m objectivos todos linearmente independentes, com uma matriz A^* de ordem m , será preciso assegurar que a matriz C^* seja de ordem r , contendo, pelo menos, r colunas linearmente independentes. Assim, será condição necessária para a controlabilidade do sistema (condição de Tinbergen) que, o número de instrumentos seja maior, ou igual, ao número de objectivos ($r \geq m$). Com $r=m$ teremos um único vector de controlos.

Se, em termos estáticos, esta condição é geralmente aceite, a sua aplicação a sistemas formulados em termos dinâmicos chegou a

levantar alguma polêmica, sobretudo, enquanto não se clarificaram os conceitos e a necessária distinção entre os vários tipos possíveis de controlabilidade dinâmica de um sistema.

Seguindo o raciocínio de Preston (1974), a dinamização do sistema anterior pode-se considerar como a resposta do sistema a uma perturbação, verificada no momento t_0 , que, lhe transmite instabilidade, alterando a posição de equilíbrio inicial (Y^* , X^*), e que se poderá formular como:

$$Y'(t) = R [A^*Y(t) + C^*X(t) + Z^*]$$

com $Y(0) \neq Y^*$

sendo R = matriz (mxm) não singular das velocidades de ajustamento do sistema.

Definindo, agora:

$$y(t) = Y(t) - Y^*$$

$$x(t) = X(t) - X^*$$

$$A = R A^*$$

$$C = R C^*$$

obtemos o sistema dinâmico

$$y'(t) = Ay(t) + Cx(t)$$

com a condição inicial $y(t_0) = y_0 \neq 0$

A análise da controlabilidade dinâmica de um sistema deste tipo, ainda segundo Preston, exige que se responda à questão da existência ou não de um vector de controlos $x(t)$, $t \in [t_0, t_1]$, capazes de estabilizarem o sistema, ou seja, conseguirem, num intervalo de tempo finito, transferir o sistema de uma situação inicial de desequilíbrio, $y(t_0) \neq 0$, para uma situação final que se considera de equilíbrio, $y(t_1) = 0$.

A resposta a esta questão (da existência de políticas capazes de controlarem a evolução de um sistema, atenuando a sua

instabilidade e não, ainda, da formulação dessas políticas) que foi desenvolvida por autores como Aoki (1974, 1976, 1987), Murata (1977), Uebe (1977), Aoki com Canzoneri (1979), Buitier e Gersovitz (1981, 1984), Tondini (1984), Hughes Hallet (1989) ou Petit (1990), acabou por suscitar a formulação e resposta a três tipos de situações:

- 1) a existência de um vector de controlos $x(t)$ capaz de transferir o sistema desde o ponto de equilíbrio inicial $y(0)=y_0$ para outra posição final $y(1)=y_1$ que, também se deseja de equilíbrio, num intervalo de tempo finito (controlabilidade ponto do sistema);
- 2) a possibilidade de o sistema, não só vir a atingir o ponto de equilíbrio y_1 desejado, como, posteriormente, seguir uma trajectória que não se afaste demasiado dele (controlabilidade trajectória);
- 3) a manutenção, ou não, da referida "regra de Tinbergen" (número de controlos linearmente independentes, r , ter que ser maior ou igual ao número de objectivos linearmente independentes, m) como condição necessária e suficiente para a controlabilidade do sistema anterior - questão que, como veremos mais adiante, permitirá definir o número mínimo de instrumentos com que se poderá controlar o sistema e, que, suscitou o desenvolvimento de uma metodologia de análise que se generalizou como a "decomposição" do sistema.

Na análise destas questões, recorre-se, frequentemente, à representação dos sistemas em espaço de estados, representação essa, que é, também, utilizada na formulação e resolução de problemas de controlo óptimo, como veremos mais adiante, e, por isso, convirá especificá-la antes de prosseguirmos.

3.1.1. Representação dos sistemas em espaço de estados

Se tivermos presentes as representações de sistemas dinâmicos deterministas que encontramos em Owens (1981, pag.3-7), diremos que, conhecidas as condições iniciais, é possível utilizar um (ou mais) input que actue sobre estes sistemas de forma a obter o(s) output(s) que se pretende.

Para sistemas mecânicos, a representação esquemática de um processo deste tipo torna-o "visível" como, por exemplo, no caso que o mesmo autor apresenta (ob.cit. pag. 9) - dois corpos físicos ("massas"), m_1 e m_2 , ligados por um fio que se deslocam na vertical, podendo ser controlados por um input, $u(t)$, que se traduz na deslocação vertical de uma plataforma de suporte a partir de uma posição de equilíbrio inicial.

Sendo:

k_1 o comprimento do fio entre a plataforma de equilíbrio e a massa m_1 ,

k_2 o comprimento do fio que une as duas massas,

x_1, x_2 , as posições e velocidades inicialmente conhecidas para as massas, teremos, pelas leis da física:

$$m_1 [d^2 x_1(t)/dt^2] = k_1 [u_1(t) - x_1(t)] - k_2 [x_1(t) - x_2(t)]$$

$$m_2 [d^2 x_2(t)/dt^2] = k_2 [x_1(t) - x_2(t)]$$

ou, o que será o mesmo, se definirmos duas variáveis auxiliares:

$$x_3(t) = dx_1(t)/dt$$

$$x_4(t) = dx_2(t)/dt$$

obtendo, assim, um novo sistema, equivalente ao anterior, mas representado em espaço de estados:

$$dx_1(t)/dt = x_3(t)$$

$$dx_2(t)/dt = x_4(t)$$

$$dx_3(t)/dt = k_1 / m_1 [u_1(t) - x_1(t)] - k_2 / m_1 [x_1(t) - x_2(t)]$$

$$dx_4(t)/dt = k_2 / m_2 [x_1(t) - x_2(t)]$$

com as condições iniciais dos valores conhecidos de $x_i(t)$, sendo, agora, $1 \leq i \leq 4$.

Para completar o problema, faltará definir o output do sistema que, neste exemplo, se admite como

$$y_1(t) = x_1(t) \quad \text{e} \quad y_2(t) = x_2(t)$$

Com este pequeno exemplo pretendemos ilustrar algumas questões sobre a definição e transformação dos sistemas em espaço de estados, questões que, são, também, desenvolvidas por autores como Aoki (1976, 1987), Holly (1979) ou Petit (1990):

- a) trata-se de uma mera transformação matemática - as variáveis auxiliares, x_3 e x_4 são obtidas a partir dos dados do problema e não apresentam nenhuma informação adicional,
- b) outras transformações seriam possíveis, com definições diferentes para as variáveis auxiliares, uma vez que, a representação em espaço de estados não é única;
- c) o sistema representado em espaço de estados é, como dissemos, equivalente ao anterior mas, passámos de um sistema do segundo grau para outro do primeiro grau; o mesmo se verificaria para sistemas de equações diferenciais, ou às diferenças, de ordem superior que, seriam transformados em sistemas equivalentes mas, do primeiro grau (ANEXO I);
- d) as variáveis de estado, $x_i(t)$, contêm toda a informação necessária para o conhecimento do sistema, são a "memória" desse sistema e funcionam como variáveis intermédias entre os seus

inputs e outputs. Isso irá permitir que, com sistemas formulados em termos deterministas, conhecido o estado do sistema e a sequência de inputs (controles) que sobre ele actuarão, seja possível determinar a sequência de outputs a obter.

Um modelo dinâmico, representado em espaço de estados, poderá, se admitirmos agora a variação discreta do factor tempo (e utilizando um sistema de equações às diferenças, como muitas vezes preferimos em problemas da esfera económica, nomeadamente, na análise da política económica), seguir uma formulação geral do tipo:

$$y_t = A y_{t-1} + C x_t$$

com a seguinte relação entre os estados e os objectivos:

$$q_t = E y_t + D x_t$$

sendo:

y_t = vector de dimensão n que caracteriza o estado do sistema, onde se incluem, não só os outputs do sistema (objectivos) como, todas as variáveis intermédias que definimos para a transformação do sistema em espaço de estados

y_{t-1} = vector das n variáveis de estado desfasadas

A = matriz de estado, $n \times n$

C = matriz de controlo, $n \times r$

x_t = vector das r variáveis de controlo

q_t = vector das m variáveis objectivo, incluídas também no vector de estado

E = matriz com os coeficientes de uma projecção que permite a transformação das n variáveis de estado nas m variáveis objectivo

D = matriz, $r \times r$, dos coeficientes das restrições que podemos impor aos controles.

Em problemas da esfera económica, nem sempre é possível definir o estado do sistema com variáveis que reúnem toda a informação sobre a evolução passada do sistema. Recorre-se, assim, à definição do estado do sistema num sentido mais restrito, recorrendo, apenas, às variáveis que se consideram relevantes para a análise da evolução do sistema.

As metodologias de controlo óptimo, nomeadamente as desenvolvidas por autores como G. Chow (1975), definem o estado do sistema como o vector onde se incluem apenas os outputs do sistema (objectivos) e as variáveis de controlo endogeneizadas.

Será essa também a nossa opção e, no exemplo que apresentamos mais adiante, no CAPÍTULO III, seguiremos esta representação de estado, mais restrita, incluindo no vector de estado apenas os objectivos de política económica e endogeneizando os controlos que admitimos para o sistema.

Retomando as três questões, anteriormente formuladas, que surgem com o desenvolvimento da análise da controlabilidade dos sistemas dinâmicos, apresentaremos as condições matemáticas que garantem a existência de sequências de controlos capazes de conduzir um sistema dinâmico para determinado ponto, (controlabilidade ponto), sem se afastar demasiado dele (controlabilidade trajectória), e, ainda, o número mínimo de instrumentos necessários para o conseguir que será determinado com a metodologia da "decomposição do sistema".

3.1.2. Controlabilidade ponto

Partindo de sistemas formulados em espaço de estados, do tipo do modelo anterior,

$$y_t = A y_{t-1} + C x_t$$

$$q_t = E y_t + D x_t$$

e, seguindo as condições sistematizadas por Aoki, que, inclui na matriz de estado toda a informação necessária para a análise do funcionamento do sistema, definem-se as condições matemáticas para a controlabilidade ponto dos sistema distinguindo:

a) a possibilidade de se definirem controlos capazes de, em determinado intervalo de tempo finito, conduzirem o sistema a partir de um ponto que, admitimos como o estado inicial, para outro ponto, o estado final que, se supõe melhor do que o estado que o sistema atingiria autonomamente - controlabilidade estado - que, matematicamente, se traduz pela característica da matriz P ser igual a n , sendo

$$P = [C \quad AC \quad A^2C \quad \dots \quad A^{n-1}C]$$

e P uma matriz de dimensão $n \times n_r$, onde n é, como sabemos, o número de variáveis incluídas no vector de estado e r o número de controlos;

b) a possibilidade da definição do mesmo tipo de políticas, capazes de conduzirem o sistema do início do intervalo de controlo para o ponto final que, se caracteriza, apenas, com os valores que definimos para objectivos, independentemente, dos valores das outras variáveis que incluimos no vector de estado.

Teremos, assim, uma concepção mais restrita da mesma controlabilidade ponto do sistema que, designamos por controlabilidade-output e, que, exigirá que a característica da matriz M seja igual a m , sendo

$$M = [EC \quad EAC \quad EA^2C \quad \dots \quad EA^{n-1}C \quad D]$$

com M uma matriz de dimensão $m \times (n+1)r$, onde m se mantém o número de objectivos (outputs) considerados, n o número de variáveis do vector de estado e r o número de controlos.

Partindo destas definições, facilmente entendemos que, a controlabilidade estado exigirá que, os sistemas sejam formulados em termos deterministas e que, a sua aplicação a problemas económicos concretos, sem a mecânica do exemplo de Owens que apresentámos anteriormente, se poderá revelar complicada.

O segundo tipo de controlabilidade ponto - a que garante apenas a obtenção dos outputs que, podemos admitir como os objectivos da política económica, será mais "maleável" e, como teremos oportunidade de demonstrar no CAPÍTULO III, aplicável, mesmo com matrizes de estado onde se incluem apenas as variáveis objectivo e os controlos endogeneizados.

Com sistemas formulados em termos estocásticos, como referiremos no próximo capítulo, ao incluir-se a incerteza da evolução das variáveis, será mais difícil admitir a controlabilidade ponto de um sistema, mesmo com uma matriz de estado mais restrita. Nesse caso, poderemos apenas afirmar que, os controlos actuam sobre o sistema e, em princípio, com capacidade para influenciar a sua evolução mas, teremos sempre que ter presente a interferência dos factores exógenos, não controláveis, que, necessariamente, dificultarão a completa controlabilidade dos sistemas.

3.1.3. Controlabilidade trajectória

Mantendo as formulações, propostas por Aoki, e o mesmo sistema representado em espaço de estados,

$$\begin{aligned}y_t &= A y_{t-1} + C x_t \\ q_t &= E y_t + D x_t\end{aligned}$$

temos, como condição necessária e suficiente⁸ para a controlabilidade trajectória do sistema (ou seja, para que o sistema, não só atinja o ponto desejado pelos decisores, mas também, que, a partir desse ponto, consiga seguir por uma trajectória que se mantenha na vizinhança desse ponto), que, a característica da matriz N seja igual a $(n+1)m$, mantendo-se n o número de variáveis incluídas no vector de estado e m o número de objectivos que nele se incluem.

Com N uma matriz de dimensão $(n+1)m \times 2nr$ (sendo, ainda, r o número de controlos que admitimos para o sistema):

$$N = \begin{bmatrix} EC & EAC & \dots & \dots & EA^{2n-1}C \\ 0 & EC & EAC & \dots & EA^{2n-2}C \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & EA^{n-1}C \end{bmatrix}$$

Tal como na situação anterior, a verificação da controlabilidade trajectória, será possível em sistemas formulados em termos deterministas, sobretudo, se forem de tipo físico ou mecânico, mas, quando procuramos transferir esta propriedade para sistemas económicos, a sua verificação é mais difícil.

⁸ Para sistemas com muitas equações poderá ser preferível seguir as condições suficientes para a controlabilidade trajectória dos sistemas, desenvolvidas por Aoki e Canzoneri (1979) e Woltmann e Kromer (1984).

É uma propriedade verificável com sistemas, do tipo dos utilizados por Aoki, e não deixa de ser admissível supor que, mesmo com matrizes de estado mais restritas, como a que utilizamos no CAPÍTULO III, será possível encontrar uma sequência de controlos, capazes de conduzirem o sistema na vizinhança de determinada trajectória, desde que, obviamente, os factores exógenos ou a incerteza, incluída no modelo, não perturbem demasiado a evolução do sistema.

3.1.3. "Decomposição" do sistema inicial

A "decomposição" de sistemas do tipo do que temos vindo a considerar, que teremos oportunidade de ilustrar com o modelo que estimamos no CAPÍTULO III, consiste na sua transformação em equações independentes que, nos permitem calcular o valor de cada uma das variáveis de estado (onde se incluem os objectivos) sem relação com o valor das outras.

Parte-se de um sistema representado em espaço de estados

$$y_t = A y_{t-1} + C x_t$$

consideram-se os n valores próprios distintos da matriz A (d_1, d_2, \dots, d_n) e a respectiva matriz de vectores próprios (D), com a qual é possível definir um novo vector de estado

$$y_t = D w_t$$

que introduzimos no sistema inicial obtendo:

$$D w_t = A D w_{t-1} + C x_t$$

$$w_t = D^{-1} A D w_{t-1} + D^{-1} C x_t$$

Se designarmos por F uma matriz de dimensão $n \times r$ (mantendo-se n o número de variáveis incluídas no vector de estado e r o número de controlos) definida por

$$F = D^{-1} C = [f_{ij}]$$

o sistema pode-se decompor em n equações independentes:

$$w_1(t+1) = d_1 w_1(t) + f_{11} x_1(t+1) + \dots + f_{1r} x_r(t+1)$$

$$w_2(t+1) = d_2 w_2(t) + f_{21} x_1(t+1) + \dots + f_{2r} x_r(t+1)$$

.....

$$w_n(t+1) = d_n w_n(t) + f_{n1} x_1(t+1) + \dots + f_{nr} x_r(t+1)$$

Uma análise dos elementos f_{ij} da matriz F - calculada, como vimos, como o produto da inversa da matriz dos vectores próprios da matriz de estado A e a matriz dos multiplicadores instantâneos (controlos) C - permite-nos analisar a possibilidade de os controlos actuarem sobre cada uma das variáveis incluídas no vector de estado.

A não existência de linhas nulas em F assegurará a possibilidade de actuação dos controlos sobre o sistema.

No entanto, a presença de uma linha de zeros indicará que, a evolução de determinada variável não será controlável mas, não elimina a possibilidade de se controlarem as outras. Nesta situação, o sistema inicial poderá subdividir-se em dois subsistemas - um controlável (linhas não nulas da matriz F) e, outro, não controlável (linhas de zeros).

A decomposição do sistema poderá, ainda, permitir-nos determinar o número mínimo de controlos necessários para atingir os objectivos pretendidos.

Para analisar o comportamento de cada um dos instrumentos constroem-se n subsistemas do tipo

$$y(t+1) = Ay(t) + c_i x_i(t+1)$$

com $i = 1, \dots, n$.

Estes subsistemas, só serão controláveis, se os respectivos vectores coluna $f_i = D^{-1}c_i$ não tiverem elementos nulos.

Se esta condição não se verificar, i.e., se não for possível controlar o sistema inicial utilizando apenas um dos instrumentos, constroem-se outros subsistemas com combinações dos controlos dois a dois, três a três, etc., até se conseguir encontrar uma matriz com vectores coluna não nulos.

Poderá, assim, tornar-se possível controlar um sistema dinâmico com um número de instrumentos linearmente independentes inferior ao número de objectivos linearmente independentes - situação que, não se verifica com sistemas formulados em termos estáticos que, como já referimos, terão, necessariamente, que respeitar a condição de Tinbergen. A explicação reside no facto de que, em termos dinâmicos, os objectivos do sistema são influenciados, não apenas, pelos níveis dos controlos em determinado momento mas, também, pela sua evolução em determinado intervalo de tempo.

Conclusões semelhantes poderiam ser obtidas se, em vez de seguirmos a metodologia anterior, seguissemos a análise dos efeitos dos controlos sobre os objectivos com o cálculo dos multiplicadores dinâmicos Friedman (1975, cap.5), Martins (1983, pag.120-126), partindo da matriz que anteriormente definimos para as condições da controlabilidade output do sistema

$$M = [EC \quad EAC \quad EA^2C \quad \dots \quad EA^{n-1}C]$$

e construindo, para cada controlo, j , matrizes do tipo

$$M_j = [EC^j \quad EAC^j \quad EA^2C^j \quad \dots \quad EA^{n-1}C^j]$$

onde C^j é a coluna da matriz C correspondente aos efeitos do controlo j sobre os objectivos.

Podemos, assim, afirmar que os objectivos são, todos, controláveis pelo controlo j ($j = 1, \dots, r$), se a característica da matriz M_j for igual a m (número de objectivos incluídos no vector de estado).

Construindo e comparando os valores obtidos nas sucessivas matrizes M_j , para cada um dos controlos incluídos no modelo, teremos outra forma de analisar a eficácia relativa de cada um deles e os efeitos que provocam em cada um dos objectivos, como teremos oportunidade de verificar no CAPÍTULO III.

Procura-se, assim, a confirmação das conclusões anteriores, reafirmando a possibilidade de, em termos dinâmicos, não se verificar a "regra de Tinbergen", sendo possível controlar um sistema com um número de controlos linearmente independentes inferior aos objectivos linearmente independentes que admitimos no modelo.

3.2. Estabilidade

Partindo das condições matemáticas para a estabilidade dos sistemas dinâmicos que, seguem os resultados dos autores pioneiros por nós já aqui referidos, nomeadamente, o conceito de estabilidade local introduzido por Liapounov, condições essas que encontramos bem sistematizadas, por exemplo, em Baumol (1970), Gandolfo (1972), Takayama (1974), Chiang (1984) ou Michel (1989) não nos preocuparemos com a definição desta propriedade no contexto de um modelo de equilíbrio geral ou questionando as condições necessárias para a estabilidade dos preços ou o crescimento equilibrado.

Seguiremos a linha de preocupações dos autores que defendem a necessidade de intervenção nos sistemas económicos e procuram formas de quantificar as melhores escolhas para as medidas de política económica. Assim, o que questionaremos será a possibilidade de definição de leis (ou políticas) de controlo que, quando aplicadas a determinado sistema, lhe consigam transmitir um comportamento que possamos considerar mais estável, o que se traduzirá na possibilidade de condução desse sistema para um determinado estado que, consideramos preferível ao que o sistema sozinho atingiria e/ou que, ele atinja esse estado com menores oscilações.

Situando-nos na teoria do controlo e, utilizando sistemas formulados em espaço de estados, do tipo que temos vindo a considerar, " *a noção de estabilidade faz referência às modificações da trajectória das variáveis de estado quando se modificam as entradas, consideradas constantes, num certo período, ou quando se alteram as funções de definição do sistema. No primeiro caso ... a nova trajectória das variáveis de estado pode continuar próxima da trajectória inicial (trajectória estável) ou então, convergir para ela (trajectória assintoticamente estável). No segundo caso ... o sistema será classificado de estruturalmente estável se as modificações*

introduzidas não alteram significativamente o seu comportamento " (Martins, 1983, pag.174).

Numa e noutra situação, ou seja, quer na definição de estabilidade da trajectória de estado, quer na determinação dos critérios que, nos permitem afirmar que um sistema é estruturalmente estável, utilizam-se os conceitos e resultados matemáticos desenvolvidos anteriormente.

Seguindo a linha das ideias de Phillips (1954, 1957), de Mundell (1968), Patrick (1973), Buiter e Gerzovitz (1981), Petit (1990) e, sobretudo, Aoki (1974, 1976, 1987), Aoki e Canzoneri (1979) questiona-se a possibilidade de formulação de controlos dos sistemas, com carácter mais ou menos automático, recorrendo à formulação de modelos de "políticas de estabilização" e à aplicação das técnicas do controlo óptimo.

A partir do modelo formulado em espaço de estados, em termos discretos, já aqui introduzido

$$y_t = A y_{t-1} + C x_t$$

onde:

y_t = vector das variáveis de estado e

x_t = vector das variáveis de controlo

Matematicamente, sabemos que, para que este sistema inicial se possa considerar estável, será necessário que todos os valores próprios da matriz A - matriz do tipo nxn dos coeficientes das variáveis que incluímos no vector de estado - sejam negativos ou, no caso de complexos conjugados, que tenham as respectivas partes reais também negativas.

Para intervir sobre o sistema procuram-se definir políticas do tipo

$$x_t = G y_{t-1} + g_t$$

onde:

G_t = matriz de dimensão $r \times n$ dos valores que indicam a forma possível de actuação dos controlos para conduzir a uma melhor aproximação dos objectivos pretendidos e

g_t = vector $r \times 1$ da evolução autónoma das variáveis de controlo.

A introdução destas políticas no sistema anterior conduz-nos à expressão que define a evolução do sistema sob efeito dos controlos:

$$y_t = (A + CG_t) y_{t-1} + Cg_t$$

Para que esta evolução seja mais estável do que a que o sistema seguiria, sem a introdução dos controlos, bastará que se consigam definir matrizes G_t , de forma que, os valores característicos das sucessivas matrizes $(A+CG_t)$ tenham valores próprios com partes reais negativas.

A análise dos valores próprios da matriz A , ou da matriz $(A+CG_t)$ se considerarmos a influência dos controlos sobre o sistema, permite-nos, ainda, definir o tipo de trajectórias que o sistema seguirá.

Tendo presentes os resultados matemáticos já conhecidos de sistemas de outro tipo, também aqui, será de esperar que, a trajectória seja:

- a) explosiva se os valores absolutos dos valores próprios da respectiva matriz forem superiores à unidade,
- b) convergente se eles forem inferiores à unidade e,
- c) constante se, eventualmente, eles igualarem a unidade.

E podemos, ainda, prever que, a trajectória do sistema apresentará oscilações, se alguns destes valores próprios forem negativos ou complexos conjugados.

*

*

*

Com estas definições das propriedades, torna-se necessário acrescentar, aliás, na linha do que encontramos em Petit (1990), que, as concepções de controlabilidade e estabilidade dos sistemas são conceitos complementares, quase as duas faces de uma mesma questão, apenas abordada sob ângulos diferentes.

Pelo menos teoricamente, é possível distinguir as duas propriedades, uma vez que, a verificação das condições de estabilidade de um sistema não apresenta, ainda, a garantia de se poderem definir políticas de controlos capazes de conseguirem a sua estabilização, no sentido anteriormente definido, tal só se verificando quando se garante a controlabilidade do sistema.

Além disso, se a definição de regras e políticas de estabilização é inerente à segunda propriedade, a estabilidade, não sendo necessária a definição explícita deste tipo de políticas quando, apenas, se questiona a controlabilidade dos sistemas, o certo é que, na prática, os dois conceitos estão perfeitamente interligados.

De facto, quando se questiona a possibilidade da existência de controlos com as características que definirão a controlabilidade, estamos, simultaneamente, a questionar esses mesmo controlos e a definição das regras de política que poderão estabilizar o sistema.

E, inversamente, se começarmos por questionar a estabilidade do sistema, com a introdução desse tipo de regras de política, interessar-nos-á, ao mesmo tempo, saber se o sistema é controlável, ou seja, se admite a introdução dessas políticas para o conduzirem para uma posição que consideramos melhor do que a que ele sozinho conseguiria atingir.

Outro ponto em comum entre estas duas propriedades, e, ainda de acordo com as formulações e definições anteriores, é o permitirem-nos admitir que, a partir da representação em espaço de estados de um qualquer modelo económico, será possível definir as condições matemáticas que, garantam a existência de controlos capazes de influenciar a evolução do sistema e de, dentro de determinado intervalo de tempo finito, conduzir o sistema, o mais rapidamente possível, e de preferência com pequenas oscilações, para situações que, se consideram melhores do que as que ele atingiria autonomamente.

No entanto, sabermos da existência de tais controlos, não será ainda sinónimo do conhecimento e definição das políticas concretas a adoptar.

Para o conseguir, haverá que introduzir uma forma de selecção e hierarquização dessas políticas, através da definição de funções objectivo e da formulação de problemas de controlo óptimo.

Problemas que terão que ter presente que, quando nos situamos na área económica, lidamos com modelos dinâmicos de tipo não recursivo, ou seja, qualquer decisão sobre os controlos que procure influenciar o comportamento do sistema, em determinado momento t , terá efeitos não só imediatos mas, também, sobre o comportamento do sistema no futuro.

Veremos, no próximo capítulo, as funções objectivo mais utilizadas na formulação de problemas de controlo óptimo da esfera económica e os métodos que se desenvolveram para a sua resolução.

ANEXO I

Partindo de um sistema de equações às diferenças (ou, também, diferenciais, com as necessárias adaptações) com mais do que um período desfasado, consegue-se transformá-lo num sistema de primeira ordem, através da definição de um conjunto de variáveis intermédias - as variáveis de estado que, se introduzem no sistema inicial representando-o em espaço de estados.

Matematicamente, se o sistema inicial for de ordem s , por exemplo:

$$z_t = a_1 z_{t-1} + a_2 z_{t-2} + \dots + a_s z_{t-s} + b_0 x_t + b_1 x_{t-1} + \dots + b_s x_{t-s}$$

Começa-se pela definição do vector das variáveis de estado y_1, \dots, y_s .

Admitimos, depois, que $y_1(t) = y_t - b_0 x_t$

expressão que utilizamos na definição da próxima variável:

$$\begin{aligned} y_2(t-1) &= y_1(t) - a_1 y_{t-1} - b_1 x_{t-1} = \\ &= y_1(t) - a_1 [y_1(t-1) + b_0 x_{t-1}] - b_1 x_{t-1} = \\ &= y_1(t) - a_1 y_1(t-1) - g_1 x_{t-1} \end{aligned}$$

onde $g_1 = a_1 b_0 + b_1$

Retomando a primeira variável, podemos escrever

$$y_1(t) = a_1 y_1(t-1) + y_2(t-1) + g_1 x_{t-1}$$



Do mesmo modo, para a variável y_{t+k} , temos:

$$\begin{aligned} y_{t+k}(t-1) &= y_k(t) - a_k y_{t-1} - b_k x_{t-1} = \\ &= y_k(t) - a_k [y_1(t-1) + b_0 x_{t-1}] - b_k x_{t-1} = \\ &= y_k(t) - a_k y_1(t-1) - g_k x_{t-1} \end{aligned}$$

onde $g_k = a_k b_0 + b_k$

e, podemos definir

$$y_k(t) = a_k y_1(t-1) + y_{k+1}(t-1) + g_k x_{t-1}$$

Para a última variável, obtemos:

$$y_s(t) = a_s y_1(t-1) + g_s x_{t-1}$$

e

$$g_s = a_s b_0 + b_s$$

conseguindo, assim, a transformação de um sistema de ordem s num sistema de primeira ordem que, matricialmente será:

$$\begin{aligned} y_t &= A y_{t-1} + B x_{t-1} \\ z_t &= (1 \ 0 \ \dots \ 0) y_t + b_0 x_t \end{aligned}$$

onde

$$A = \begin{bmatrix} a_1 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ a_2 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{s-1} & 0 & 0 & \dots & 1 \\ a_s & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} g_1 \\ g_2 \\ \dots \\ g_{s-1} \\ g_s \end{bmatrix}$$

Com esta formulação geral, podemos incluir no vector de estado todas as variáveis intermédias que, considerarmos necessárias para definir a relação entre os inputs e os outputs do sistema.

Outras transformações seriam possíveis - outras expressões para definir as variáveis de estado que, não têm qualquer significado real, são meras expressões matemáticas que asseguram a transformação do sistema e admitem a reversibilidade dos cálculos, para se obterem os valores do sistema de ordem superior.

Por exemplo, a partir da expressão

$$z_t = y_1(t) - b_0 x_t$$

recordando a definição de $y_1(t) = a_1 y_1(t-1) + y_2(t-1) + g_1 x_{t-1}$ temos

$$z_t = a_1 y_1(t-1) + y_2(t-1) + g_1 x_{t-1} - b_0 x_t$$

como $g_1 = a_1 b_0 + b_1$

podemos escrever

$$z_t = a_1 z_{t-1} + b_0 x_t + b_1 x_{t-1} + y_2(t-1)$$

$$z_t = a_1 z_{t-1} + b_0 x_t + b_1 x_{t-1} + y_2(t-1)$$

para a transformação de $y_2(t-1)$, relembramos a forma matricial do sistema e a composição das matrizes A e B, ou seja

$$y_2(t-1) = a_2 y_2(t-2) + y_3(t-2) + g_2 x_{t-2}$$

introduzindo esta expressão na equação anterior e recordando, novamente, que $g_2 = a_2 b_0 + b_2$ obtemos

$$z_t = a_1 z_{t-1} + b_0 x_t + b_1 x_{t-1} + a_2 z_{t-2} + b_2 x_{t-2} + y_3(t-2)$$

poderíamos continuar com a substituição da definição de $y_3(t-2)$ e, assim sucessivamente, obtendo, no final

$$z_t = a_1 z_{t-1} + a_2 z_{t-2} + \dots + a_{s-1} z_{t-s+1} + b_0 x_t + b_1 x_{t-1} + \dots + b_{s-1} x_{t-s+1} + y_s(t-s+1)$$

e, como $y_s(t-s+1) = a_s y_1(t-s) + g_s x_{t-s}$ e $g_s = a_s b_0 + b_s$

reencontramos o sistema original de ordem s :

$$z_t = a_1 z_{t-1} + a_2 z_{t-2} + \dots + a_{s-1} z_{t-s+1} + a_s z_{t-s} + b_0 x_t + b_1 x_{t-1} + \dots + b_{s-1} x_{t-s+1} + b_s x_{t-s}$$

CAPÍTULO II

FORMULAÇÃO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE CONTROLO ÓPTIMO

Para formulação e resolução de problemas de controlo óptimo, não nos basta a escolha de um modelo que represente o funcionamento do sistema, testar a sua controlabilidade e a possibilidade de o estabilizarmos pois, como vimos no Capítulo anterior, a verificação destas propriedades dá-nos, apenas, a garantia da existência de controlos capazes de conduzir o sistema mas, não saberemos ainda, quais são esses controlos, nem qual será a melhor opção a seguir.

Assim, o passo seguinte, terá que ser a definição de uma função objectivo que, nos permita hierarquizar as soluções e escolher os melhores controlos a adoptar, para se conduzir o sistema para o estado que consideramos preferível ao que ele autonomamente poderia atingir.

Neste Capítulo, começaremos por apresentar as funções objectivo que são, geralmente, escolhidas para formulação de problemas de controlo óptimo. Na sua origem, encontramos questões, colocadas há vários séculos, e que, fomentaram o desenvolvimento de várias áreas que requerem a formulação e resolução de modelos matemáticos. No entanto, a sua transposição para a economia é relativamente recente, já do nosso século, e, prende-se muito com a necessidade de se obterem respostas empíricas para as dificuldades sentidas em muitos países, sobretudo após a Grande Crise de 1929-33 e a reconstrução do pós-guerra de 1939-45.

Seguiremos o Capítulo com a representação geral dos problemas de controlo óptimo, em termos deterministas e estocásticos e, ainda, dos três métodos desenvolvidos para a sua resolução: o Cálculo de Variações, o Princípio de Pontryagin e a Programação Dinâmica. Deter-nos-emos apenas no terceiro método, por ser o mais utilizado nas principais metodologias desenvolvidas para formulação e resolução de problemas de controlo óptimo aplicados à esfera económica.

No final, apresentamos os principais passos de uma das metodologias desenvolvida por G. Chow que, estará na base dos cálculos, por nós efectuados e que descrevemos no próximo Capítulo.

2.1. Primeiras formulações dos objectivos

Tal como as propriedades dos sistemas dinâmicos e os conceitos em que elas se baseiam que, foram objecto de análise no Capítulo anterior, também os primeiros problemas formulados com a metodologia que se generalizou com a designação de "controlo óptimo", partem de questões colocadas pela física, a mecânica, e outras ciências não sociais.

Assim, na origem do Cálculo de Variações, um dos métodos utilizados na resolução dos problemas de controlo óptimo, encontramos a questão formulada por Galileu, na primeira metade do século XVII e que ficou conhecida como o problema de "brachistochrone", ou seja, do tempo mais curto, que se resume no seguinte:

"Suponhamos que temos uma conta enfiada num fio. O fio tem duas extremidades, a primeira, que admitimos como o ponto A, situa-se acima da segunda que, será o ponto B. A conta desloca-se ao longo do fio, sem atrito, sujeita apenas às leis da gravidade. Nesta situação, a questão que se coloca é - qual deverá ser a curva descrita pelo fio para que a conta deslize do ponto A para o ponto B, o mais depressa possível, ou seja, no tempo mais curto? " Miller (1979, cap. 2).

Com a formalização matemática deste problema vai-se procurar definir, num intervalo fechado $[0,T]$, uma função $x(t)$ que minimize a expressão (ANEXO I):

$$\text{Min } I[x] = \int_{t_0}^{t_1} F(x, x', t) dt$$

com $x(t_0) = x_0$ e $x(t_1) = x_1$

$$F(x) = c_0 + \sum_{i=1}^n c_i x_i$$



A primeira solução que se conhece para este problema é atribuída a Bernoulli pelos finais do século XVII.

Posteriormente, outros autores vão prolongar a questão formulada por Galileu - admitindo outras situações, impondo condições iniciais ou finais e analisando o funcionamento dos sistemas de tipo mais ou menos mecânico - e contribuem para o desenvolvimento, não apenas do cálculo de variações mas, mais genericamente, dos métodos e metodologias de cálculo que se admitem para a dos problemas de controlo óptimo.

No nosso século, são as engenharias que começam por utilizar e desenvolver os resultados, assim obtidos com a formulação matemática das condições necessárias e suficientes para o controlo de mecanismos, com carácter mais ou menos automático. Dos sistemas de controlo da quantidade de água existente num reservatório, às válvulas de controlo da pressão e outros mecanismos deste tipo, chega-se, sobretudo com as necessidades decretadas pela Guerra Mundial de 1939-45, aos lançamentos de mísseis e às possibilidades de definição das suas trajectórias. Basicamente, o que se procura, é: a partir de um determinado ponto de lançamento dos mísseis (ponto A), definir a trajectória que os conduza para outro ponto de chegada (B) e, claro que, no *tempo mais curto* possível - problemas que retomam a questão colocada há séculos por Galileu.

Com mais ou menos sofisticação na representação dos sistemas, definindo-se condições iniciais ou impondo condições finais, os objectivos dos problemas são semelhantes e admitem a possibilidade de utilização de funções objectivo do tipo anteriormente apresentado.

2.2. Formalização dos objectivos económicos

No campo económico, as primeiras formalizações dos objectivos, com funções de preferências sociais, surgem com as preocupações de maior rigor e as tentativas de utilização dos resultados matemáticos para analisar a evolução e possibilidades de actuação sobre os sistemas económicos.

Um dos autores pioneiros na formalização de funções de preferências sociais é Ragnar Frisch que, como referimos no Capítulo anterior, tem formação económica e matemática e acredita que o comportamento dos sistemas económicos é, por natureza, dinâmico, com propriedades idênticas às dos sistemas de outras áreas e, como tal, pode e deve ser formalizado com o mesmo tipo de equações.

Pela época em que surgem as primeiras grandes preocupações com as possibilidades de agregação das informações recolhidas junto dos vários agentes económicos, (nomeadamente, com o contributo de Keynes que, como vimos, introduz os conceitos e funções macroeconómicas), Frisch (1969, 1981) chama a atenção para as dificuldades inerentes à formalização de funções de preferências sociais. Para este autor, são funções que, não resultam da recolha e possível agregação das preferências e objectivos de todos os agentes económicos mas, apenas, daqueles agentes com poder de decisão suficiente para lhes permitir influenciar a evolução do sistema económico.

Consciente de que as decisões sobre as possibilidades e objectivos de actuação sobre a economia são essencialmente do foro político, R.Frisch refere os problemas que se colocam a quem (na época e, ainda hoje, acrescentaríamos) procura analisar eventuais alternativas de política económica e precisa de formalizar e quantificar as preferências dos decisores. Raras vezes os objectivos são claramente expressos e quase nunca de forma quantificada.

Problemas que, ainda segundo o mesmo autor, exigiriam uma estreita colaboração entre os economistas e os políticos. Para quantificação dos objectivos Frisch defende que se entrevistem os decisores da política económica mas, sem deixar de ter presente as naturais diferenças entre as intenções expressas numa entrevista e a actuação e decisões tomadas num contexto bem diferente.

Mas, mesmo supondo que a actuação dos decisores possa ser totalmente transparente e a sua actuação orientada por objectivos bem quantificados, surgiria, necessariamente, outro tipo de dificuldades de carácter mais técnico e que se prendem com o tipo de função matemática a adoptar para a sua definição.

Se admitirmos a semelhança entre a representação dos objectivos nos sistemas de outras áreas, poderemos seguir uma formulação geral, semelhante à anteriormente apresentada para responder à questão colocada por Galileu na determinação do "tempo mais curto" para percorrer determinada distância, que, como vimos, se pode generalizar com uma função do tipo

$$\text{Min (Max) } I[x] = \int_{t_0}^{t_1} F(x, x', t) dt$$

com $x(t_0) = x_0$ e $x(t_1) = x_1$

Ao pretendermos a formalização concreta dos objectivos para um problema da esfera económica, a adopção deste tipo de funções leva-nos, no entanto, a questionar:

1º) a validade da representação de sistemas económicos com tempo contínuo e

2º) que tipo de função escolher na concretização de $F(x, x', t)$ que, como referimos no ANEXO I, é uma indicação genérica de que a minimização (maximização) dos objectivos terá que ter em consideração os efeitos conjugados dos objectivos ou, com sistemas representados em espaço de estados, do estado do sistema (x), da sua evolução futura (x') e do próprio factor tempo que se pode admitir como variável exógena.

A resposta à primeira questão - sobre a possibilidade de representação dos sistemas económicos em tempo contínuo - prende-se com questões antigas sobre o possível realismo das teorias e formalizações com modelos de equilíbrio geral, das concepções dos marginalistas e de toda a área do pensamento económico que genericamente designamos por escola "clássica" e "neoclássica" e com os modelos matemáticos utilizados para a sua representação.

Muitos dos resultados da matemática são conseguidos com representações e funções contínuas e a sua transposição para os modelos económicos são, para muitos, entendidos como uma preocupação de rigor e a única formalização admissível. É, no entanto, curioso verificar que mesmo autores como R. Frisch, que é um dos primeiros a defender a representação matemática e a aplicação à economia dos resultados obtidos noutras áreas, não deixa de sublinhar a necessidade dessa representação ser o mais correcta e o mais realista possível e adopta funções de preferência social formalizadas em termos discretos.

Na área dos problemas de controlo óptimo, as primeiras formalizações aparecem em termos contínuos, tal como muitos problemas e resultados posteriores, nomeadamente, a própria definição e verificação das propriedades dos sistemas dinâmicos. O primeiro método de resolução conhecido para problemas de controlo

óptimo, o Cálculo de Variações, também só se pode aplicar com formalização em tempo contínuo.

No entanto, a formalização das questões que se colocam na economia real - um sistema que evolui em termos discretos, qualitativamente distinto dos outros, de características mais ou menos físicas ou mecânicas que admitem a formalização em termos contínuos - exigirá que se adoptem modelos e metodologias que, permitam a formulação e resolução dos problemas em termos discretos.

Os problemas de controlo óptimo formulados em termos discretos podem ser resolvidos com a adaptação do Princípio de Pontryagin ou com métodos que se baseiam na Programação Dinâmica e, muitas das metodologias de cálculo, desenvolvidas para a sua aplicação à esfera económica, adoptam a formalização com tempo discreto, com funções objectivo em que, obviamente, em vez de integrais encontramos expressões com somatórios.

Quanto à segunda questão anteriormente apresentada, ou seja, a escolha da melhor função matemática para representar as relações presentes na expressão de $F(x, x', t)$, naturalmente que, muitas especificações são admissíveis. Ainda com R.Frich que, como dissemos, adopta formalizações em termos discretos, encontramos a discussão sobre as implicações da utilização de alguns tipos de funções, nomeadamente:

a) funções lineares:

$$F(x) = c_0 + \sum_{i=1}^n c_i x_i$$

onde:

x = variáveis objectivo (ou de estado) do sistema ($i = 1, \dots, n$)

c_0 = constante que indicará a evolução autónoma desses objectivos

c_i = coeficientes constantes que poderão ser interpretados como medidas das preferências marginais.

Preferências marginais essas que, sendo constantes, serão sempre independentes do nível das variáveis originais, o que, em termos económicos, é de difícil aceitação.

Na prática, teríamos que admitir, por exemplo que, se se pretendesse a maximização dos valores do Produto Interno Bruto, um aumento de 100 unidades seria considerado de igual modo, independentemente do nível inicial do PIB ser de 1000 ou de um milhão; ou, se ainda por hipótese, o objectivo fosse a descida da taxa de desemprego, uma queda de 3% teria sempre o mesmo efeito, tanto numa situação em que se partisse de uma taxa de desemprego de, por exemplo, 20%, como noutra em que se partisse de uma taxa de 5%.

E, directamente ligada com esta limitação, temos outra também inerente à utilização de funções lineares - a taxa marginal de substituição dos objectivos é, também, independente dos níveis de partida dos diversos objectivos.

Numa situação em que, por hipótese, x_i e x_j fossem, respectivamente, os níveis do Consumo Privado e do Investimento que se pretendessem aumentar, a taxa marginal de substituição entre os dois objectivos poderia admitir-se como

$$dx_i / dx_j = - c_i / c_j$$

o que, na prática, se traduziria na mesma taxa marginal de substituição, independentemente do facto de, os valores do Consumo e do Investimento iniciais serem elevados ou baixos e, negaria qualquer hipótese de se atribuir maior prioridade à obtenção de qualquer um deles - hipótese que, como é sabido, muitas vezes se

coloca, quando se procuram definir prioridades para a utilização de bens e serviços disponíveis em dado momento.

b) funções não lineares:

Procurando conferir maior realismo às funções matemáticas utilizadas, opta-se, muitas vezes, por funções não lineares que poderão ser quadráticas, cúbicas, etc. Claro que, quanto maior a complexidade das funções, mais dificuldades teremos nos cálculos e, nem sempre, o aumento dessa complexidade será sinónimo de maior realismo e incremento das possibilidades de interpretação dos resultados em termos económicos.

Conscientes de que a realidade das relações económicas será, sempre, muito mais complexa do que qualquer função matemática, muitos autores acabam por preferir a utilização de uma função quadrática⁹ que, com os devidos cuidados na interpretação, se revela minimamente adequada para os objectivos da análise.

Em termos gerais, uma função quadrática pode admitir-se do tipo

$$F(x) = c_0 + \sum_{i=1}^n (c_i x_i + 1/2 c_{ii} x_i^2)$$

Mantendo as designações anteriores, podemos verificar que, com uma função deste tipo, tanto as preferências marginais de cada um dos objectivos (que será, para x_i , igual a $c_i + c_{ii} x_i$), como as respectivas taxas de substituição entre dois dos objectivos que, por exemplo, para x_i e x_j , será: $- [c_i + c_{ii} x_i / c_j + c_{jj} x_j]$, dependem do nível inicial das variáveis.

⁹ A propósito das propriedades e possibilidades de utilização de funções objectivo deste tipo, poderão ser consultados, entre outros, Chow (1975, cap. 7, 9), Johansen (1977, cap.8), Stevenson et alii (1988, cap.9), Petit, (1990, cap.6), Kamien e Schartz (1991, pag. 301-306), Chiang (1992, cap.4).

Outra vantagem importante das funções quadráticas é a propriedade de serem funções côncavas ou convexas, o que se traduz na existência de um ponto de máximo ou mínimo do funcional F e nos dá a garantia de existência de uma solução única do problema de controlo óptimo.

Se admitirmos que x^* é essa solução única de minimização/maximização do problema, podemos verificar que, a utilização das funções quadráticas tem ainda a vantagem de não atribuir o mesmo valor aos resultados que se obtêm a partir de situações iniciais diferentes. Neste caso, os efeitos das discrepâncias entre qualquer resultado (x) e a solução desejada (x^*) serão elevados ao quadrado, ou seja, na prática, se desejarmos que a taxa de desemprego não ultrapasse, por exemplo, os 3%, será diferente a valorização que se atribui numa situação em que essa taxa, por hipótese, baixe de 14 para 12% do que outra, em que ela desça os mesmos pontos percentuais mas, passando de 6 para 4%.

Há, no entanto, uma desvantagem que não é possível eliminar com a utilização deste tipo de funções e que deriva da sua simetria. Simetria que, nos leva a valorizar, de igual modo, as diferenças positivas e negativas em relação aos objectivos, ou seja, retomando o exemplo anterior, ao desejarmos que a taxa de desemprego atinja os 3%, penaliza-se, de igual modo, uma situação em que a taxa se fique pelos 5% e, outra situação, em que, ela atinja o nível de 1%. Nesta, como noutras situações, a interpretação dos resultados não poderá nunca limitar-se à apresentação de números. O papel do analista ou decisor terá que ser a explicação e procura de validade desses números, sobretudo quando nos situamos na área da regulação de sistemas económicos.

O papel da opinião que se atribui aos decisores, pode ser, ainda, reforçado com a utilização de funções objectivo quadráticas que permitem a introdução das ponderações que se admitem para os diversos objectivos e controlos.

Raras vezes é possível obter os valores desejados para todos os objectivos e, temos até, frequentemente, situações de relativa

contradição entre os vários objectivos considerados. Pretendemos, por exemplo, simultaneamente, níveis elevados de Consumo e Investimento, ou aumento do Produto Interno Bruto com queda da inflação e dos níveis de desemprego, etc.

Em situações como estas, podemos admitir que, se estabelecem prioridades para os objectivos e, até que, também valorizamos os níveis e os tipos de controlos que pretendemos utilizar na regulação do sistema.

Retomaremos a análise de algumas questões que derivam da utilização de funções objectivo deste tipo no próximo ponto deste capítulo, com a formalização geral dos problemas de controlo óptimo e quando apresentarmos as metodologias de cálculo desenvolvidas para a sua resolução.

2.3. Formalização geral de um problema de controlo óptimo em termos deterministas

A primeira questão a ter presente, quando se pretende formalizar um problema de controlo óptimo, será o carácter dinâmico que caracteriza o funcionamento do sistema o que se traduzirá no papel fundamental do factor tempo que se chega a admitir como variável exógena do sistema.

Em termos económicos, como referimos anteriormente, poderíamos admitir a representação desse tempo de forma contínua, o que, nos permitiria uma aplicação mais directa da maior parte dos resultados matemáticos desenvolvidos com a análise de outros

sistemas, nomeadamente, os de tipo físico ou mecânico que, podem ser regulados com mecanismos de controlo automático.

No entanto, a realidade económica decorre de forma discreta, (que os resultados estatísticos disponíveis procuram transmitir com determinada periodicidade) e justifica a opção pela representação dos modelos económicos em termos discretos, com as necessárias adaptações dos resultados e metodologias de cálculo utilizadas noutras áreas.

Para representação dos sistemas dinâmicos recorre-se, muitas vezes, à transformação dos sistemas em espaço de estados que, como vimos no Capítulo anterior, se obtém a partir de um sistema de equações diferenciais ou às diferenças de qualquer grau que, com as necessárias definições e substituições, se transforma num sistema de primeiro grau.

Assim, em cada momento do tempo, t , que admitimos num intervalo finito $[t_0, t_1]$, o sistema pode ser caracterizado pela informação contida nas variáveis de estado (y_t) que resumirão toda a história passada do sistema ¹⁰.

Supondo que o estado inicial do sistema (y_0) é conhecido no momento t_0 , admite-se que o sistema evoluirá ao longo do intervalo $[t_0, t_1]$, descrevendo a trajectória de estado até ao momento final, t_1 , podendo o estado final (y_1) ser pré-determinado.

Se o sistema dinâmico for controlável e estabilizável, existirão sequências de controlos, capazes de influenciar a evolução do sistema e caberá aos decisores a escolha desses controlos, tendo presente a interdependência temporal das suas decisões, e, procurando a melhor forma de conduzir o sistema, por uma trajectória e até um estado final que, se consideram melhores do que os que ele autonomamente atingiria.

¹⁰ Hipótese que pressupõe que o sistema seja de tipo "não-hereditário" ou markoviano, como teremos oportunidade de especificar mais adiante.

Matematicamente, e não entrando em consideração, por agora, com os factores de risco e incerteza na definição dos parâmetros ou das trajectórias das variáveis, um problema de controlo óptimo pode representar-se, como um problema determinista de minimização/maximização, de uma função objectivo, sujeito às restrições que advêm do comportamento do sistema e, eventualmente, da definição e características dos controlos a utilizar.

Assim, temos como formulação geral de um problema de controlo óptimo determinista em termos contínuos:

$$\text{Min (Max) } J = \int_{t_0}^{t_1} F [y(t), x(t), t] dt + L [y(t_1), t_1]$$

s.a:

$$y'(t) = A y(t) + C x(t)$$

$$q(t) = E y(t) + D x(t)$$

ou, em termos discretos:

$$\text{Min (Max) } J = \sum_{t=0}^{t=1} F [y(t), x(t), t] + L [y(t_1), t_1]$$

s.a:

$$y_t = A y_{t-1} + C x_t$$

$$q_t = E y_t + D x_t$$

sendo:

F = função intermédia, a especificar, tendo presente a dependência dos objectivos em relação às trajectórias das variáveis, de estado e de controlo, e, dos factores exógenos, nomeadamente, do tempo

L = função final que, se poderá ou não incluir, e que determina a valorização que se atribui à proximidade com que se atinge um estado final pré-determinado

y = vector de dimensão n que caracteriza o estado do sistema, onde incluimos as variáveis intermédias que definimos na transformação do sistema em espaço de estados

x = vector das r variáveis de controlo

q = vector das m variáveis objectivo

A = matriz de estado, $n \times n$

C = matriz de controlo, $n \times r$

E = matriz com os coeficientes de uma projecção que permite a transformação das n variáveis de estado nas m variáveis objectivo

D = matriz $r \times r$ dos coeficientes das restrições que impomos aos próprios controlos.

A partir destas fórmulas gerais são, naturalmente, possíveis especificações diversas que, advêm dos sistemas e questões concretas que se pretendem formular.

São, no entanto, fórmulas que, pelo determinismo que pressupõem, se encontram ainda muito próximas da mecânica dos problemas de tipo físico, de carácter mais ou menos automático, que, como várias vezes referimos, estão na origem do desenvolvimento das técnicas de controlo óptimo.

A sua aplicação a problemas da esfera económica - onde o determinismo do funcionamento dos sistemas é uma hipótese muito forte e bem pouco realista - conduziu à introdução do risco e incerteza que caracterizam muitos processos, nomeadamente, as decisões e aplicações das medidas de política económica, e ao desenvolvimento das técnicas de controlo óptimo, em termos estocásticos, com a formulação que apresentamos no próximo ponto deste capítulo.

2.4. Formalização geral de um problema de controlo óptimo em termos estocásticos

Nas origens da palavra "estocástico" encontramos o termo grego que se utiliza para designar o acto de "adivinhar", "alvejar" algo que é "incerto", "aleatório" ou simplesmente "provável". Situação inversa à hipótese de, um qualquer processo, ser conhecido com total "certeza" ou "determinismo".

Na modelização dos processos, teremos que optar, entre "*um modelo determinista*" que "*prevê um só output a partir de um dado conjunto de circunstâncias*" e, "*um modelo estocástico*" que "*prevê um conjunto de outputs possíveis, ponderados pela sua verosimilhança ou probabilidade*" - Taylor e Karlin, (1994, pag.2).

Tendo presente que, uma qualquer variável X , poderá ser considerada aleatória se, a cada um dos seus possíveis valores está associada uma determinada probabilidade $P(X)$, diremos, com

Taylor e Karlin¹¹ que, um processo estocástico é uma família de variáveis aleatórias X_t , num determinado conjunto T (com $t \in T$, que podemos admitir como um intervalo de tempo, finito ou infinito, formulado em termos contínuos ou discretos).

Os processos estocásticos definem-se, assim, num espaço de probabilidades, pelo seu espaço de estados ou resultados, ou seja, a sequência de valores possíveis das variáveis aleatórias, pelas características do conjunto T e, ainda, pelas relações de dependência que as variáveis aleatórias apresentam entre si.

Nos problemas de controlo óptimo, em que a questão central, como referimos, se prende com a incerteza inerente aos processos de tomada de decisão, admite-se, ainda que, além de estocásticos ou aleatórios, os processos são de tipo "não-hereditário" ou markoviano.

Para definição deste tipo de processos podemos seguir o pensamento de Bellman e Dreyfus (1965, pag. 312) e partirmos de um sistema que, admite um número finito de estados $i = 1, \dots, N$ e considerarmos que, no momento $t = 0, 1, \dots$, essa passagem não se faz de forma determinista. É uma passagem que se admite apenas como esperada, possível, ou, se quisermos estocástica, no sentido que anteriormente referimos, e que segue uma matriz de transição (que Bellman e Dreyfus consideram como independente do tempo)

$$P = (p_{ij})$$

sendo: P = matriz de transição

p_{ij} = probabilidade de o sistema se encontrar no estado j no momento $t+1$, sabendo que ele se encontrava no estado i no momento t .

¹¹ Para uma definição mais concreta e formalizada destes conceitos podem-se consultar, entre outras, a obra referida de Taylor e Karlin (1994), e Arnolo (1974), Schuss (1980), Ripley (1987) ou Caines (1988).



Introduzindo, agora

$x_t(i)$ = probabilidade de o sistema estar no estado i no momento t (com $i = 1, \dots, N$ e $t = 0, 1, 2, \dots$)

podemos escrever as equações

$$x_{t+1}(j) = \sum_{i=1}^N p_{ij} x_t(i)$$

$$x_0(i) = c_i$$

para $j = 1, 2, \dots, N$ e, sendo c_i , o estado inicial, conhecido, do sistema no momento i .

A teoria dos processos de Markov irá estudar o comportamento das funções $x_t(i)$, funções essas que, quando t tende para infinito e, sendo todas as probabilidades p_{ij} positivas, tenderão para o valor de $x(i)$ que satisfaz a equação de equilíbrio

$$x(j) = \sum_{i=1}^N p_{ij} x(i)$$

com $j = 1, \dots, N$ e, independentemente, do valor do estado inicial do sistema, ou seja de $x_0(i) = c_i$.

É esta propriedade importante que nos permite afirmar que os processos são "não-hereditários", ou seja, não nos obrigam a recorrer à informação sobre o seu passado. Transposta para a teoria dos sistemas, diremos que, em cada momento do tempo, podemos admitir que, o estado de determinado sistema resume toda a informação necessária para a análise desse sistema e, nomeadamente, para a tomada de decisão sobre a melhor actuação possível sobre a sua trajectória futura.

Para que o processo de decisão se possa considerar de tipo markoviano, admite-se, ainda que, as decisões se tomam por etapas e, em cada uma das etapas, se pode escolher uma matriz de um conjunto de matrizes de transição

$$p(q) = [p_{ij}(q)]$$

sendo q = decisão.

Se, a cada uma dessas decisões, se puder associar um valor que medirá o benefício esperado da nossa actuação sobre o sistema, quando ele passa do estado i (no momento t) para o estado j (no momento $t+1$) podemos, ainda, definir uma matriz dos benefícios esperados

$$B(q) = [b_{ij}(q)]$$

Assim, com um processo de decisão de Markov, o que se procurará será maximizar o valor esperado (ou esperança matemática) do benefício resultante da nossa actuação sobre o sistema, em cada uma das etapas.

Tendo presentes estes conceitos, e, mantendo as designações introduzidas para o problema determinista, podemos formalizar um problema de controlo óptimo estocástico, em termos discretos, como a minimização/maximização do valor esperado (E) de uma função objectivo do tipo

$$\text{Min (Max) } E J = E \sum_{t=0}^{t=1} F[y(t), x(t), t] + L[y(t_1), t_1]$$

sujeita às restrições que advêm do funcionamento do sistema, representado, agora, com o modelo estocástico

$$y_t = A y_{t-1} + C x_t + u_t$$

sendo

u_t = um vector de resíduos, não correlacionados, de média zero e matriz de covariâncias conhecida,

e mantendo a relação entre as matrizes de estado e dos objectivos com a equação

$$q_t = E y_t + D x_t$$

Na resolução de problemas deste tipo, começando pelos formulados em termos deterministas e aprofundando para os problemas em termos estocásticos, desenvolveram-se métodos específicos que se baseiam no Cálculo de Variações, no Princípio do Máximo ou de Pontryagin e, sobretudo, na Programação Dinâmica.

Não temos como objectivo, no âmbito deste trabalho, o desenvolvimento destes métodos¹². Mesmo assim, na introdução ao ponto 2.1., já referimos a questão que está na origem do Cálculo de Variações e, no ANEXO I, apresentamos a primeira formalização conhecida do problema. No próximo ponto deste Capítulo, apresentaremos, também, os principais resultados da Programação Dinâmica que, se revela, muitas vezes, o método mais adequado para a resolução de problemas de controlo óptimo, sobretudo, para os que se formulam para análise da política económica.

¹² Em Ferreira, C. (1989) tentámos sistematizar alguns dos resultados do Cálculo de Variações e do Princípio de Pontryagin, com a indicação de bibliografia para o seu desenvolvimento e entendimento dos exemplos concretos de aplicação.

2.5. A Programação Dinâmica na resolução de problemas de controlo óptimo

Tal como o Cálculo de Variações a, aliás, toda a problemática desenvolvida pelas técnicas do controlo óptimo, também os métodos da Programação Dinâmica se baseiam em questões formuladas há alguns séculos, em ciências não sociais.

A análise destas questões, em termos económicos, é bem mais recente e, vai, também, acompanhar o desenvolvimento da teoria dos sistemas e da análise dinâmica dos sistemas económicos que, como vimos, se verifica sobretudo a partir da segunda metade do nosso século.

Assim, na origem da Programação Dinâmica, encontramos o Princípio Fundamental da Óptica, formulado pelo matemático francês Pierre Fermat, no início do século XVII, e que se resume no seguinte: "*Se um raio de luz muda de direcção por reflexão ou por refacção, toma o caminho que requer o mais curto espaço de tempo*". Verificamos, mesmo com poucos conhecimentos de óptica, que, a questão central é muito semelhante à que encontramos nas origens do Cálculo de Variações, ou seja, a determinação no "tempo mais curto" (problema de "brachistochrone"), da melhor trajectória dinâmica dos elementos de um sistema.

No entanto, há aqui já um princípio que será essencial em todos os futuros desenvolvimentos da Programação Dinâmica, e que o diferencia dos dois métodos anteriores - a hipótese de partida de que, essa trajectória dinâmica será sempre óptima a partir de determinado ponto.

É exactamente esta a ideia central que encontramos no Princípio da Optimalidade ou Princípio de Bellman - o autor que, nos anos 50 do nosso século, mais contribuiu para o desenvolvimento e a formalização da Programação Dinâmica.

Ao formular o seu Princípio, Bellman (1965) afirma "*Uma política óptima é aquela que, sejam quais forem o estado inicial e a decisão inicial, as decisões seguintes devam constituir uma política óptima em relação ao estado resultante da primeira decisão*".

Para além desta ideia, de que as decisões tomadas corresponderão, sempre, às melhores políticas, seja qual for o ponto de partida e a história passada do sistema, temos, ainda, como hipóteses de base deste Princípio:

1) a aditividade dos objectivos, presente no tipo de função que se pretende otimizar e

2) o carácter não hereditário dos sistemas, o que equivale a admitir, como vimos no ponto anterior, que são sistemas de tipo markoviano, ou seja, com a propriedade de toda a sua história passada se poder caracterizar com a informação contida nos respectivos vectores de estado.

São hipóteses que, poderão parecer restritivas mas, possíveis de admitir em problemas da esfera económica, sendo a segunda, como vimos no ponto anterior deste capítulo, inerente aos processos de decisão de tipo markoviano, compatíveis com a representação dos sistemas em espaço de estados.

Aliás, a Programação Dinâmica revela-se um método adequado para a resolução de qualquer tipo de problemas que apresentem um processo sequencial, mesmo que não sejam de controlo óptimo.

Na apresentação deste método, Bellman utiliza como exemplo um problema de maximização de uma função $f_N(x)$

$$f_N(x) = \text{Max}_{x(t)} R(x_1, x_2, \dots, x_N) = g_1(x_1) + g_2(x_2) + \dots + g_N(x_N)$$

que, se pode admitir como o rendimento óptimo que se obtém com a repartição do recurso x entre N actividades ($N=1,2,\dots$), tendo que respeitar as seguintes restrições:

$$x_N \geq 0 \quad \text{e} \quad \sum_{i=1}^N x_i = x$$

Dois dos elementos da série são de obtenção imediata:

$$f_N(0) = 0, \quad \text{para } N = 1, 2, \dots$$

$$\text{e} \quad f_1(x) = g_1(x), \quad \text{para } x \geq 0$$

O resto dos elementos poderão ser obtidos com relações de recorrência que liguem $f_N(x)$ a $f_{N-1}(x)$, para quaisquer N e x .

Para o conseguir, haverá que ter presente que, seja qual for a quantidade de recurso x_N do intervalo $0 \leq x_N \leq x$ que, se atribui à actividade N , será certo que, o resto dos recursos, $x - x_N$, será distribuído pelas restantes $N-1$ actividades de forma a atingir-se o máximo rendimento, obtendo-se, assim

$f_{N-1}(x - x_N)$ como rendimento máximo das $N-1$ actividades e

$g_N(x_N) + f_{N-1}(x - x_N)$ como rendimento total, de todas as actividades, que também pretendemos maximizar.

Deste modo, o problema geral a resolver pela Programação Dinâmica, poderá formalizar-se como

$$f_N(x) = \text{Max}_{0 \leq x_N \leq x} [g_N(x_N) + f_{N-1}(x - x_N)]$$

com $N = 2, 3, \dots$

e $f_1(x) = g_1(x), \quad \text{para } x \geq 0.$

Relembrando a formulação, em termos discretos, de um problema geral de controlo óptimo, sabemos que se procurará, num intervalo finito de tempo $[0, T]$, que, neste caso, é uma sequência de observações discretas, $t = 0, 1, \dots, T$, definir a sequência de vectores de controlo $x(t)$ capazes de optimizarem uma função do tipo

$$\text{Max/Min } J = \sum_{t=0}^T I(y_t, x_t, t)$$

s.a:

$$y_{t+1} - y_t = g(y_t, x_t, t)$$

$$x(0) = a$$

Na resolução deste problema com o método da Programação Dinâmica, começamos por determinar a sequência de funções $M^*(y)$ que, por definição, optimizam o valor do estado y_t em cada momento do intervalo.

Para o conseguir, seguimos um processo de cálculo "*passo a passo*", com o cálculo sucessivo dos valores de M^* para cada um desses momentos.

Começando pelo último período do intervalo e, recordando o Princípio de Bellman, sabemos que bastará calcular

$$M_{T-1, T}^*(y) = \text{Max}_{x_{T-1}} [I(y_{T-1}, x_{T-1}, T-1)]$$

continuando, temos para o penúltimo período

$$M_{T-2, T}^*(y) = \text{Max}_{x_{T-2}} \{ [I(y_{T-2}, x_{T-2}, T-2)] + M_{T-1, T}^*(y_{T-1}) \}$$

e, assim sucessivamente, para todos os períodos até ao início do intervalo, completando um processo que podemos generalizar com a expressão

$$M^*_{t, T}(y) = \text{Max}_{x_t} \{ [I(y_t, x_t, t)] + M^*_{t+1, T}(y_{t+1}) \}$$

ou seja, recordando a equação que define o comportamento do sistema, $y_{t+1} - y_t = g(y_t, x_t, t)$

$$M^*_{t, T}(y) = \text{Max}_{x_t} \{ [I(y_t, x_t, t)] + M^*_{t+1, T}[y_t + g(y_t, x_t, t)] \}$$

No final deste processo, será possível definir os valores da sequência de controlos a adoptar em cada momento t , do intervalo de controlo, tendo presentes duas equações :

1) a que define os controlos, em dado momento, em função do estado que caracteriza o sistema nesse momento

$$x_t = f_t(y_t)$$

2) a equação que temos vindo a utilizar como definição do próprio estado do sistema

$$y_{t+1} - y_t = g(y_t, x_t, t)$$

e que nos permitirá continuar a determinar os controlos nos momentos seguintes

$$x_{t+1} = f_t[y_t + g(y_t, x_t, t)]$$

Confirma-se, assim, a principal vantagem da Programação Dinâmica como método de resolução de problemas que apresentem uma natureza sequencial e, nomeadamente, de problemas de controlo óptimo, vantagem que consiste nesta transformação de um problema inicial de n incógnitas - neste caso T , tantas quantos os momentos do intervalo para os quais queremos determinar os

controles - em n (ou T) problemas com uma incógnita que vamos resolvendo, sucessivamente, para todos os momentos do intervalo.

Esta vantagem, aliada à possibilidade de utilização com modelos em tempo discreto, explica a escolha da Programação Dinâmica como principal método de resolução dos problemas de controlo óptimo para questões da esfera económica. Com base nos principais resultados deste método, tornou-se possível o desenvolvimento de metodologias para a resolução dos problemas, em termos deterministas e/ou estocásticos, do tipo da que apresentamos no ponto seguinte.

2.6. Metodologias desenvolvidas para resolução de problemas de controlo óptimo

A aplicação dos métodos de resolução de problemas de controlo óptimo, sobretudo, da Programação Dinâmica que, apresenta as vantagens que referimos no ponto anterior, conduziu ao desenvolvimento de metodologias de cálculo que, permitem a resolução por iterações e que, se foram aprofundando e banalizando, à medida que os meios informáticos as tornavam mais acessíveis.

São metodologias que se aplicam a processos de decisão de tipo markoviano, ou seja, às situações em que é possível decompor o processo de decisão em etapas e em que precisamos de decidir as medidas a tomar em cada etapa.

Dentro deste tipo de metodologias, merecem especial destaque as que se desenvolveram para análise e avaliação das medidas de política económica. São metodologias que se procuram adequar ao tipo de questões em análise, nomeadamente, ao risco e incerteza

inerentes aos processos de decisão sobre as medidas de política económica e à avaliação dos resultados respectivos, e, permitem a introdução da incerteza com a utilização de modelos estocásticos.

Em trabalhos recentes, Bryant et alii (1993) dedicam-se à análise empírica da avaliação das medidas de política económica utilizando modelos de simulação estocástica com a seguinte formulação geral:

$$Y_t = \alpha Y_t + \beta X_t + \gamma Y_{t-1} + u_t$$

onde:

Y = vector coluna das variáveis que se podem considerar como definidoras do estado do modelo ($n \times 1$)

X = vector coluna, $r \times 1$, das variáveis de controlo

α e γ = matrizes, $n \times n$, de coeficientes constantes

β = matriz, $n \times r$, também de coeficientes constantes

u = vector dos resíduos associados a cada uma das variáveis de estado para cada momento do intervalo de controlo.

Será com a introdução deste vector de resíduos que este modelo permitirá o estudo da influência de factores aleatórios.

Quando se admite, apenas, um valor para cada um dos resíduos, valor esse que, muitas vezes, se considera nulo, situamo-nos na área da simulação em termos deterministas, sem inclusão deliberada dos factores de risco e incerteza. Ao pretendermos incluir este tipo de perturbações, passando para a simulação em termos estocásticos, consideram-se várias hipóteses de variação dos resíduos e ensaiam-se os resultados para cada um dos conjuntos de valores que admitimos.

Assim, com modelos estocásticos, vai tornar-se necessário determinar a distribuição de probabilidade das variáveis residuais com a respectiva matriz de variâncias-covariâncias. Conhecida essa

distribuição, faz-se um número N de ensaios (número esse que, deverá ser suficientemente grande, para podermos admitir que os choques são aleatórios) e comparam-se as soluções respectivas.

Aparentemente, e tal como os autores a apresentam, a estimação estocástica poderá resumir-se a um conjunto de N estimações deterministas e, não levantará grandes dificuldades, a não ser pela dimensão dos cálculos a que nos obriga. No entanto, algumas dificuldades práticas acabam por surgir, nomeadamente, na determinação das matrizes de variâncias-covariâncias.

Partindo de um modelo do tipo do anterior, podemos admitir que se conhecem os valores das variáveis, num intervalo de tempo passado $[0, T]$. Estimadas as equações que compõem o modelo, obtem-se, como é sabido, um vector residual v_i de dimensão $n \times T$ com os erros das estimações em cada período de observação e a respectiva matriz de variâncias-covariâncias V .

Se os valores de v_i forem independentes e identicamente distribuídos e, tivermos um número de observações T superior ao número de variáveis incluídas no vector de estado, n , os valores dos choques aleatórios a incluir nas equações estocásticas poderão ser obtidos a partir dos valores da matriz V . No entanto, com modelos concretos, surgem muitas vezes dificuldades práticas de cálculo, não só porque não se verificam as condições anteriores de independência e distribuição idêntica dos resíduos e de $T > n$, como podem, ainda, surgir complicações adicionais com o tipo e explicitação dos próprios modelos estimados.

São dificuldades sentidas e assinaladas pelos autores que se foram dedicando ao desenvolvimento deste tipo de metodologias, algumas até mais complicadas, pois admitem a simulação estocástica, não só do vector dos resíduos, como dos próprios coeficientes do modelo.

Um dos autores pioneiros no desenvolvimento destas metodologias, com aplicação concreta à análise das questões relevantes da política económica é Gregory Chow. Os seus resultados e as obras mais relevantes (1975, 1991) são, ainda hoje, referência quase obrigatória, pois abordam as principais questões que se colocam na

resolução deste tipo de problemas, tanto a nível teórico como empírico.

A metodologia, por nós utilizada nos cálculos que apresentamos na SEGUNDA PARTE do nosso trabalho, com dados referentes à política económica portuguesa, segue, em grande parte, o passos desenvolvidos por este autor e, valerá a pena, ainda que em traços gerais¹³, apresentar a metodologia que Chow desenvolve para a resolução de problemas de controlo óptimo, aplicados à política económica.

Tendo por preocupações fundamentais a escolha dos objectivos e das alternativas de medidas de política económica mais adequadas para os atingir, através da avaliação dos resultados a que conduzem, os modelos utilizados por G.Chow são, obviamente, formulados em termos discretos.

Tal como em situações anteriormente referidas, procurar-se-á a minimização do valor esperado (E) da soma das diferenças que, ao longo do intervalo de controlo $[0, T]$, se obtêm entre os estados (objectivos da política económica e controlos que endogeneizamos) y_t , e os estados previamente definidos como desejáveis, a_t (valores que se desejam obter para os objectivos com a aplicação dos controlos, para os quais, também, se podem estabelecer restrições ou definir valores desejáveis):

$$\text{Min } E W = E \sum_{t=1}^T (y_t - a_t)' K_t (y_t - a_t)$$

sendo:

K_t = matriz diagonal, semi-definida positiva, de dimensão igual ao vectores y_t com as ponderações que os decisores atribuem a

¹³ Em Ferreira, C. (1989) procurámos apresentá-la de forma um pouco mais exhaustiva e a sua aplicação também foi testada em Martins (1983).

cada uma das variáveis de estado (objectivos e, eventualmente, também os controlos).

Essa minimização está sujeita às restrições que, advêm do funcionamento do sistema económico:

$$y_t = A y_{t-1} + C x_t + b_t + u_t$$

com:

y_t = vector $n \times 1$ (presente, também, na função anterior que se pretende minimizar) onde se incluem as n variáveis de estado que, aqui, englobam as m variáveis objectivo e os r controlos que endogeneizamos

A e C = matrizes de coeficientes constantes de dimensões $n \times n$ e $n \times r$, respectivamente

x_t = vector $r \times 1$ das variáveis de controlo

b_t = vector $n \times 1$ onde se incluem as evoluções autónomas dos objectivos (coeficientes constantes das equações estimadas) e os efeitos das variáveis exógenas não sujeitas a controlo

u_t = vector $n \times 1$ das perturbações aleatórias que, se desejam de média 0 e matriz de covariâncias V , independente de u_s ($t \neq s$).

Pressupõe-se, ainda que, se conhece o estado inicial do sistema, y_0 .

A resolução do problema consistirá na determinação de regras de controlo (funções de reacção) que, admitimos do tipo:

$$x_t = G_t y_{t-1} + g_t$$

onde:

G_t = matriz de dimensão $r \times n$ dos valores que indicam a forma possível de actuação dos controlos para conduzir a uma melhor aproximação dos objectivos pretendidos e

g_t = vector $r \times 1$ que representa a evolução autónoma das variáveis de controlo.

A introdução desta função de reacção no sistema anterior conduz-nos à expressão que define a evolução do sistema sob efeito dos controlos

$$y_t = (A + CG_t) y_{t-1} + (b_t + Cg_t) + u_t$$

e permite-nos obter o valor de y_t a introduzir na função objectivo para o cálculo da mínima perda esperada dos desvios destes valores em relação aos a_t que, previamente, se definem como desejáveis.

O processo de decisão consistirá, assim, na determinação dos valores da matriz G e do vector g , para cada momento do intervalo de controlo $[0, T]$, e, como o problema apresenta uma natureza sequencial, poderá seguir os passos propostos pela Programação Dinâmica, começando-se pelo último período do intervalo - o momento T - e continuando, a recuar no tempo, até se atingir o início do intervalo.

Seguindo uma das metodologias propostas por Chow, que se baseia nos resultados da Programação Dinâmica¹⁴, começa-se pelo último período do intervalo, o momento T, onde se supõe conhecida toda a

¹⁴ Outra metodologia proposta e utilizada por este autor admite a decomposição do problema e da respectiva função objectivo em duas partes:

1) uma parte, determinista

$$\text{Min } W_1 = 1/T \left[\sum_{t=0}^T (y_t - a_t)' K_t (y_t - a_t) \right]$$

s.a:

$$y_t = A y_{t-1} + C x_t + b_t$$

com $y_0 = \text{conhecido}$

2) e, outra parte, estocástica

$$\text{Min } E W_2 = E 1/T \left[\sum_{t=0}^T y_t^{*'} K_t y_t^* \right]$$

s.a:

$$y_t^* = A y_{t-1}^* + C x_t^* + u_t$$

com $y_0^* = \text{conhecido}$

sendo y_t^* a solução óptima do problema determinista e x_t^* os respectivos controlos óptimos.

Esta decomposição do problema em duas partes baseia-se no princípio do "equivalente certo" (*certainty equivalence*). Princípio, segundo o qual, num problema estocástico do tipo do anterior, ou seja, com uma função objectivo quadrática e um modelo linear para representar as restrições impostas pelo funcionamento do sistema económico, a regra de controlo obtida para o problema em termos deterministas coincide com a regra de controlo do problema estocástico.

Para que tal se verifique, será, no entanto, necessário que, a incerteza seja de tipo aditivo e que o número de controlos não seja inferior ao número de objectivos (ou, mais precisamente, ao número de elementos não nulos da matriz de ponderações K_t), situação em que, a trajectória óptima (y_t^*) do problema determinista, coincidirá, exactamente, com os objectivos e, consequentemente, a mínima perda esperada (W_1) será nula. A perda esperada da parte estocástica (W_2) dificilmente será nula, pois, o sistema estará sujeito aos choques aleatórios e, para quantificar esta perda, será também necessário conhecer a matriz V das variâncias e covariâncias de u_t , ou, pelo menos, de uma sua estimativa a partir dos valores obtidos com a estimação do modelo, utilizando-se a fórmula

$$\text{Min } E W_2 = E 1/T \left[\sum_{t=0}^T y_t^{*'} K_t y_t^* \right] = \text{Min } E W_2 = E 1/T \left[\sum_{t=0}^T \text{tr } K_t V_t \right]$$

informação até ao final do momento $T-1$, e procura-se determinar o valor da expectativa da perda em T , que, se designa por V_T , e que, se poderá obter, admitindo que:

$$K_T = H_T$$

$$K_T a_T = h_T$$

$$c = a'_T K_T a_T$$

com a fórmula

$$\begin{aligned} V_T &= E_{T-1} (y_T - a_T)' K_T (y_T - a_T) = \\ &= E_{T-1} (y'_T H_T y_T - 2y'_T h_T + c_T) \end{aligned}$$

Substituído, nesta expressão, o valor de y_T pelo seu valor nas restrições que, se admitem para o funcionamento do sistema económico ($y_T = A y_{T-1} + C x_T + b_T + u_T$), pode-se obter o valor da função de reacção (a melhor política) para o último período do intervalo:

$$x_T^* = G_T y_{T-1} + g_T$$

onde:

$$G_T = - (C'_T H_T C_T)^{-1} C'_T H_T A_T$$

$$g_T = - (C'_T H_T C_T)^{-1} C'_T (H_T b_T - h_T)$$

A inclusão desta função de reacção na expressão para a mínima perda esperada permite-nos obter

$$\begin{aligned}
V^*_T = & y'_{T-1} (A_T + C_T G_T)' H_T (A_T + C_T G_T) y_{T-1} + \\
& + 2 y'_{T-1} (A_T + C_T G_T)' (H_T b_T - h_T) + \\
& + (b_T + C_T g_T)' H_T (b_T + C_T g_T) - 2(b_T + C_T g_T)' h_T + \\
& + c_T + E_{T-1} u'_T H_T u_T
\end{aligned}$$

No momento seguinte, em $T-1$, poder-se-á, segundo o Princípio da Optimalidade de Bellman, admitir que, a perda esperada no momento T , é a menor possível e, repetir os cálculos, incluindo-a na expressão

$$\begin{aligned}
V_{T-1} = & E_{T-2} \left[(y_{T-1} - a_{T-1})' K_{T-1} (y_{T-1} - a_{T-1}) + V^*_T \right] = \\
= & E_{T-2} (y_{T-1} H_{T-1} y'_{T-1} - 2y'_{T-1} h_{T-1} + c_{T-1})
\end{aligned}$$

onde se admitiu que:

$$\begin{aligned}
H_{T-1} = & K_{T-1} + (A_T + C_T G_T)' H_T (A_T + C_T G_T) \\
h_{T-1} = & K_{T-1} a_{T-1} - (A_T + C_T G_T)' (H_T b_T - h_T) \\
c_{T-1} = & a'_{T-1} K_{T-1} a_{T-1} + (b_T + C_T g_T)' H_T (b_T + C_T g_T) - \\
& - 2 (b_T + C_T g_T)' h_T + c_T + E_{T-1} u'_T H_T u_T
\end{aligned}$$

O processo será repetido para todos os momentos, recuando no intervalo de controlo, até se atingir o momento inicial, onde se obtém o valor da mínima perda esperada, V^*_1 , com a introdução da melhor política para esse momento que, obviamente, depende dos valores, conhecidos, no estado inicial do sistema

$$x_1^* = G_1 y_0 + g_1$$

A aplicação de metodologias deste tipo será, obviamente, tanto mais viável, quanto maior a certeza que possamos ter sobre as propriedades dinâmicas do modelo utilizado para representação do sistema económico - a verificação da sua controlabilidade e possível estabilidade será garantia de podermos vir a determinar as regras de controlo capazes de conduzirem o sistema para estados que consideremos preferíveis aos que ele autonomamente atingiria.

Para a determinação dessas regras de controlo, a metodologia anterior, introduz, como função objectivo uma função quadrática que, como vimos, permite a diferenciação das ponderações atribuídas a cada um dos objectivos e, eventualmente também, dos controlos que se incluem no vector de estado.

Baseando-se nos resultados da programação dinâmica, com a aplicação directa do Princípio da Optimalidade de Bellman, Chow defende que, esta metodologia é adequada à resolução de problemas de controlo óptimo e, especificamente, aos formulados para análise da política económica.

Na SEGUNDA PARTE do nosso trabalho utilizaremos uma metodologia semelhante para tentar obter alguns resultados e possíveis conclusões sobre a política económica seguida em Portugal entre 1978 e 1992.

ANEXO I

Partindo da representação geométrica da questão colocada por Galileu, podemos considerar que, os pontos, de partida (A) e, de chegada (B), da conta enfiada no fio, se situam num espaço cartesiano de eixos x e y para as abscissas e ordenadas, respectivamente. Nesse espaço, admitimos ainda que, A se situa no ponto definido pelo par (x_0, y_0) que, fica acima do ponto B, localizado em (x_1, y_1) .

Para definição da trajectória que a conta seguirá para passar do ponto A para o ponto B, admitimos que, ela está sujeita apenas à influência da gravidade, ou seja, elimina-se o eventual efeito de atrito do fio. Assim sendo, é de prever que, a curva que descreve o trajecto da conta seja estritamente convexa.

O cálculo do comprimento do arco que descreverá a trajectória entre A e B, que designamos por s , é obtido com base no enunciado do teorema de Pitágoras. Designando por dx e dy pequenos avanços ao longo de x e y , podemos escrever:

$$(ds)^2 = (dx)^2 + (dy)^2$$

$$ds = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2} = \sqrt{1 + (dy/dx)^2} \, dx$$

ou seja, com $y' = dy/dx$

$$ds = \sqrt{1 + (y')^2} \, dx$$

Fazendo apelo à definição física de velocidade de uma partícula que, se move, sujeita apenas às leis da gravidade: $v^2 = 2gy$, onde, g

é uma constante que define o efeito da gravidade e y a distância a percorrer.

E será, essa também, a velocidade a que se deslocará a conta em cada instante de tempo, ou seja, ao longo de ds/dt , teremos:

$$(ds/dt)^2 = 2gy$$

$$dt = ds / \sqrt{2gy}$$

O tempo total, T , será, ao longo de um qualquer segmento da curva, dado pelo integral $T = \int dt$.

Substituindo, com a utilização das expressões anteriores, obtemos

$$\begin{aligned} T &= \int ds / \sqrt{2gy}. = \int \sqrt{1 + (y')^2} \quad dx / \sqrt{2gy} = \\ &= (1 / \sqrt{2g}) \int [\sqrt{1 + (y')^2} / \sqrt{y}] \quad dx \end{aligned}$$

O problema do "tempo mais curto" que a conta enfiada no fio demorará para percorrer a distância entre o ponto A e o ponto B poderá, assim, ser formalizado como "determinar a função y que minimize a expressão":

$$\text{Min } I[y] = \int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y') \quad dx$$

onde, com $F(x, y, y')$ se representa a expressão do integral anterior que, envolve o valor de y , que é, por sua vez, função de x , e, ainda, a derivada de y em relação a x .

A generalização desta expressão, quando se tem presente a importância do "factor tempo" que, em muitos problemas, se admite



como variável independente conduz à utilização de uma fórmula mais comum de apresentação do problema:

$$\text{Min (Max) } I[x] = \int_{t_0}^{t_1} F(x, x', t) dt$$

onde se admite que $x(t_0) = x_0$ e $x(t_1) = x_1$

CAPÍTULO III

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE UM MODELO SIMPLES ESTIMADO COM DADOS DA ECONOMIA PORTUGUESA (1978-92)

Como referimos anteriormente, o objectivo do nosso trabalho, não é uma análise exhaustiva das medidas de política económica seguida em Portugal no período indicado, nem uma comparação de todas as alternativas possíveis o que, aliás, seria impensável.

O que tentaremos, mais adiante, na SEGUNDA PARTE, será a análise das possibilidades de formulação e resolução de um problema de controlo óptimo, aplicando uma metodologia semelhante à que apresentamos no último ponto do Capítulo anterior, na tentativa de analisar os possíveis efeitos de algumas variáveis de controlo sobre alguns dos tradicionais objectivos da política económica.

Para o conseguir, precisamos de estimar um modelo com dados da nossa economia, modelo que, admitiremos representativo do funcionamento do sistema económico. Optaremos por um modelo simples que, nos permita a construção das matrizes necessárias para aplicação da referida metodologia, tendo como objectivo um melhor

entendimento do funcionamento da nossa economia e a análise da sua possível reacção aos efeitos dos controlos.

Neste Capítulo, começaremos pela apresentação do modelo estimado e pela análise das suas propriedades, com a aplicação dos conceitos e cálculos referidos no Capítulo anterior, tentando definir se, apesar da sua simplicidade, o modelo se poderá considerar adequado para a formulação e resolução de um problema de controlo óptimo que, nos permita analisar algumas medidas da política económica seguida em Portugal no período considerado.

3.1. O modelo estimado

Tendo por base a informação publicada nas Contas Nacionais Trimestrais do Instituto Nacional de Estatística e no Boletim Trimestral do Banco de Portugal, seleccionamos as seguintes séries de variáveis para o período de 1978 a 1992¹⁵:

Y = Produto Interno Bruto

C = Consumo Privado

I = Investimento Total

G = Consumo Colectivo

E = Exportações

M = Importações

Txj = Taxa de Juro das operações activas, em termos reais

e, ainda, as séries do Índice de Preços no Consumidor e a Taxa de Câmbio efectiva do escudo, com as quais construimos duas séries de variáveis que, também, incluimos no modelo:

¹⁵ Variáveis que apresentamos com maior detalhe no ANEXO I deste Capítulo.

VP = variação trimestral do IPC ($VP = IPC_t / IPC_{t-1}$)

VTxC = variação trimestral da Taxa de Câmbio (TxC_t / TxC_{t-1})

A partir destas séries de dados, calculamos regressões simples para o Consumo Privado, o Investimento Total, as Exportações, as Importações e a Variação do IPC, com os resultados que, apresentamos e comentamos, no ANEXO II deste Capítulo.

O modelo de que partimos tem, assim, as seguintes equações:

$$C = 0,86578 C(-1) + 0,10643 Y + 130,46 VP - 126,87$$

$$I = 0,92569 (I-1) + 0,027073 Y - 168,04 VP(-1) + \\ + 59,378 VTxC(-1) - 0,24423 Txj(-1) + 123,63$$

$$E = 1,1188 E(-1) - 0,031616 Y - 100,88 VTxC + 108,19$$

$$M = 0,93805 M(-1) + 0,028501 Y(-1) + 112,94 VTxC(-1) - \\ - 97,165$$

$$VP = -0,0000073597 Y - 0,11593 VTxC - 0,001541 Txj + 1,1757$$

Introduzindo a equação estimada para a Variação Trimestral do IPC, na equação do Consumo Privado e, tomando como período de base os dados do segundo trimestre de 1978, com o cálculo das respectivas ponderações, calculamos a forma reduzida do modelo que, respeita a equação de equilíbrio fundamental da Contabilidade Nacional

$$Y = C + I + G + E - M$$

e obtemos as equações¹⁶ que, utilizaremos na construção das matrizes e que nos permitirão verificar as propriedades do modelo e, posteriormente, formular o problema de controlo óptimo:

$$Y = 1,44356 C(-1) + 0,6691 (I-1) + 0,4555 E(-1) - 0,7239 M(-1) + \\ + 0,33948 G - 0,022 Y(-1) - 121,46 VP(-1) - 66,288 VTxC - \\ - 44,233 VTxC(-1) - 0,3352 Txj - 0,1765 Txj(-1) + 252,591$$

$$C = 1,01803 C(-1) + 0,07057 (I-1) + 0,04804 E(-1) - 0,0763 M(-1) + \\ + 0,03581 G - 0,0023 Y(-1) - 12,81 VP(-1) - 22,116 VTxC - \\ - 4,6652 VTxC(-1) - 0,2364 Txj - 0,0186 Txj(-1) + 53,1526$$

$$I = 0,03908 C(-1) + 0,9438 (I-1) + 0,01233 E(-1) - 0,0196 M(-1) + \\ + 0,00919 G - 0,0006 Y(-1) - 171,33 VP(-1) - 1,7946 VTxC - \\ - 58,1805 VTxC(-1) - 0,0091 Txj - 0,249 Txj(-1) + 130,468$$

$$E = -0,0456 C(-1) - 0,0212 (I-1) + 1,1044 E(-1) - 0,02289 M(-1) - \\ - 0,0107G + 0,0007 Y(-1) + 3,84011 VP(-1) - 98,784 VTxC + \\ + 1,39847 VTxC(-1) + 0,0106 Txj + 0,00558 Txj(-1) + \\ + 100,204$$

$$M = 0,93805 M(-1) + 0,0285 Y(-1) + 112,94 VTxC(-1) - 97,165$$

$$VP = - 1E-05 C(-1) - 5E-06 (I-1) - 3E-06 E(-1) + 5,3E-06 M(-1) - \\ - 2E-06 G + 1,6E-07 Y(-1) + 0,00089 VP(-1) - 0,1154 VTxC + \\ + 0,00033 VTxC(-1) - 0,0015 Txj + 1,3E-06 Txj(-1) + 1,17384$$

O nosso objectivo, como já referimos, será, a partir destas equações, construir um modelo que nos permita analisar algumas e das medidas e resultados da política económica.

¹⁶ Equações a merecer alguns comentários que apresentamos no ANEXO III deste Capítulo.

Começamos, pois, por definir as variáveis objectivo da política económica. Admitimos que são quatro, ou seja, seguindo as designações do capítulo anterior, temos $m = 4$:

1. Consumo Privado (C)
2. Investimento Total (I)
3. Produto Interno Bruto (Y)
4. Variação Trimestral do Índice de Preços do Consumidor (V P)

Para variáveis de controlo escolhemos as três seguintes ($r=3$):

1. Consumo Colectivo (G)
2. Variação Trimestral da Taxa de Câmbio (VTxC)
3. Taxa de Juros das operações activas em termos reais (Txj)

As Exportações e Importações, estão presentes no modelo que, respeita a identidade básica da Contabilidade Nacional para determinação do Produto, mas, não se definem como objectivos da política económica. Como veremos mais adiante, as Exportações e Importações, não estão sujeitas a qualquer controlo e, os seus efeitos fazem-se sentir nos valores do vector b_t , juntamente com as variações autónomas dos quatro objectivos que definimos.

Para formulação e resolução do problema de controlo óptimo, assim como para a verificação das propriedades dinâmicas, será necessário, como vimos anteriormente, que, o sistema esteja representado em espaço de estados.

A metodologia que utilizaremos não seguirá as indicações dos autores que, como Aoki, incluem no vector de estado toda a informação necessária para a análise do funcionamento do sistema.

Seguiremos a outra representação possível, adoptada por autores, como Chow, que, utilizam o controlo óptimo em modelos de política económica, e que, no vector de estado só incluem as variáveis objectivo e os controlos que são endogeneizados.

Esta diferenciação será importante, nomeadamente, como veremos, para a análise e interpretação das propriedades dinâmicas do sistema.

O modelo de que partimos terá, assim, a seguinte formulação geral (em termos deterministas):

$$y_t = A y_{t-1} + C x_t + b_t$$

sendo a relação entre os estados e os objectivos

$$q_t = E y_t$$

onde:

q_t = vector (4x1) quatro objectivos de política económica atrás definidos - C, I, Y e V P.

x_t = vector (3x1) dos três controlos também já referidos - G, VTxC e Txj.

y_t = vector de estado do sistema (7x1) onde, como dissemos, se incluem os quatro objectivos e os três controlos que são endogeneizados.

E = matriz com os coeficientes da projecção que, permite a transformação das n variáveis de estado nas m variáveis objectivo e que, no nosso exemplo, será (4x7):

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

A = matriz de estado, com os coeficientes que se obtêm da forma reduzida do modelo estimado, para os objectivos e controlos que constituem o vector de estado. No nosso exemplo temos (7 x 7):

	C-1	I-1	Y-1	VP-1	G-1	VTxC-1	Txj-1
A =	1,01803	0,07057	-0,0023	-12,81	0	-4,6652	-0,0186
	0,03908	0,9438	-0,0006	-171,33	0	58,1805	-0,249
	1,44356	0,6691	-0,022	-121,46	0	-44,233	-0,1765
	-1E-05	-5E-06	1,6E-07	0,00089	0	0,00033	1,3E-06
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

C = matriz dos coeficientes das variáveis de controlo que, também, se obtêm a partir da forma reduzida do modelo. No nosso exemplo, será (7 x 3):

	G	VTxC	Txj
C =	0,036	-22,12	-0,236
	0,009	-1,795	-0,009
	0,339	-66,29	-0,335
	-2E-06	-0,1154	-0,0015
	1	0	0
	0	1	0
	0	0	1

b_t = vector (7x1) onde se incluem as evoluções autónomas das variáveis objectivo (coeficientes constantes das equações estimadas) e os efeitos das variáveis, não sujeitas a controlo que, no nosso exemplo, são as Exportações e as Importações.

Definido o modelo com que iremos trabalhar, podemos passar ao ponto seguinte, onde testaremos as suas propriedades dinâmicas e analisaremos alguns dos previsíveis efeitos dos controlos sobre os objectivos.

3.2. Propriedades dinâmicas do sistema

O objectivo deste ponto será tentarmos definir se o modelo estimado poderá ser adequado para a formulação e resolução de um problema de controlo óptimo que, nos permita retirar algumas conclusões sobre a política económica, seguida em Portugal no período em análise - 1978/92.

Seguiremos as propostas metodológicas apresentadas no Capítulo II e, começaremos pelo teste das propriedades dinâmicas do sistema - controlabilidade e estabilidade - que apresentámos no ponto anterior.

Tentaremos, ainda, analisar as possíveis influências dos controlos sobre o sistema e, se eles se revelam adequados para a obtenção dos objectivos, através dos valores dos multiplicadores instantâneos e desfasados e, ainda, pela aplicação da metodologia da "decomposição" do sistema.

3.2.1. Controlabilidade

Recordando os conceitos definidos no Capítulo anterior, sabemos que, para que se verifique a possibilidade de se definirem controlos capazes de conduzirem o sistema para um ponto, previamente definido, será necessário que ele respeite as condições definidas para a controlabilidade ponto que, com sistemas definidos em espaços de estado, englobará, numa concepção mais lata, a controlabilidade estado e, em termos mais restritos, a controlabilidade output que, no nosso exemplo, serão os objectivos da política económica.

A possibilidade de o sistema, não só atingir o ponto desejado, como posteriormente, não se afastar demasiado dele, dependerá, como também vimos, da verificação ou não da sua controlabilidade trajectória.

a) Controlabilidade estado:

Para que se verifique a controlabilidade estado do sistema que pretendemos utilizar, será necessário, como vimos anteriormente, que a característica da matriz P

$$P = [C \ AC \ A^2C \ \dots \ A^6C]$$

seja igual ao número de variáveis incluídas no vector de estado que, no nosso exemplo, são sete.

Construída a matriz P, a partir das matrizes A e C do modelo por nós estimado - Quadro 1 do ANEXO V deste Capítulo - verificamos, pelos valores dos determinantes nulos das várias

submatrizes de P que, também apresentamos no referido Quadro, que não se verifica a controlabilidade estado do sistema.

Era uma conclusão previsível, uma vez que, a nossa matriz A não inclui toda a informação necessária para definir a evolução do sistema ("estado" no sentido defendido por Aoki) mas, apenas, os objectivos e controlos endogenizados.

Mesmo que considerassemos que, os objectivos e controlos são suficientes para caracterizar a evolução do sistema, dificilmente, seria possível admitir a definição de uma sequência de controlos capazes de conduzirem o sistema exactamente para um determinado estado, ou seja, para valores dos objectivos e controlos previamente definidos, abstraindo-nos da influência das variações autónomas dos objectivos e controlos e das variáveis exógenas, não sujeitas a controlo que incluimos no vector b_t .

b) Controlabilidade output (dos objectivos):

Para verificação desta propriedade sabemos que, para o nosso sistema, a matriz

$$M = [EC \ EAC \ EA^2C \ \dots \ EA^6C \ D]^{17}$$

deverá ter, pelo menos, quatro vectores linearmente independentes (tantos, quantos, os objectivos que se pretendem atingir).

No caso presente, a matriz M que, apresentamos no Quadro 2 do ANEXO V, respeita essa condição, como podemos verificar pelos valores dos determinantes que, calculamos, para as sucessivas

¹⁷Recordemos que, a matriz D aparece em modelos em que se definem valores desejáveis para os controlos. No nosso exemplo, será uma matriz de zeros.

submatrizes de M com quatro colunas. Há vários determinantes diferentes de zero e, embora alguns sejam bastante baixos, há pelo menos um valor (0,162 - o valor do determinante que se obtém para a submatriz formada com as colunas 2-5 de M) que, nos permite dizer que se verifica a controlabilidade output do sistema.

Podemos, pois, afirmar que, com este modelo, será possível encontrar uma sequência de controlos, capazes de conduzir o sistema, num intervalo finito de tempo, desde um ponto inicial, até ao output que se pretende, ou seja, para os objectivos, previamente definidos.

Claro que, posteriormente, se questionará a possibilidade de definição dessas sequências de controlos, capazes de garantir a obtenção dos objectivos e, sobretudo, se serão controlos admissíveis mas, são questões a que esta propriedade não pode responder.

Por agora, podemos apenas concluir que, com este modelo, é possível definir objectivos e encontrar controlos que ajudem a conduzir o sistema para esses objectivos.

c) Controlabilidade trajectória:

A possibilidade de o sistema, não só atingir os objectivos mas, também de, posteriormente, não se afastar demasiado deles, dependerá do número de vectores, linearmente independentes, incluídos na matriz

$$N = \begin{bmatrix} EC & EAC & \dots & \dots & EA^{12} & C \\ 0 & EC & EAC & \dots & EA^8 & C \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & EA^6 & C \end{bmatrix}$$

que, no caso presente, deverão ser, pelo menos, trinta e dois (n+1)m.

Construída a matriz N do nosso exemplo e, calculados os determinantes das suas sucessivas submatrizes com 32 colunas (Quadro 3 do ANEXO V), verificamos que, há vários determinantes diferentes de zero mas, com valores tão baixos que, sugerem algumas dificuldades na condução do sistema.

Não será de estranhar se recordarmos o que atrás já referimos, ou seja, que, o sistema se define admitindo alguma evolução autónoma dos objectivos e a influência de variáveis exógenas não sujeitas a controlo.

3.2.2. Estabilidade

Relembrando a evolução histórica das definições da estabilidade dos sistemas dinâmicos que, apresentámos no Capítulo anterior, e, concretamente, a sua aplicação no âmbito da teoria do controlo, sabemos que, teremos que começar por questionar a estabilidade das equações escolhidas para definição do próprio sistema.

Assim, num primeiro momento, interessa-nos analisar até que ponto as equações que, definem a estrutura do sistema, serão capazes de garantir a convergência para os objectivos pretendidos e, ainda, que tipo de trajectória se poderá antever. Podemos, além disso, questionar a previsível permeabilidade do sistema ao efeito dos controlos que, sobre ele actuarão, antes ainda, da definição das regras de controlo a aplicar.

Matematicamente, como vimos, a análise da estabilidade da estrutura do sistema consegue-se, no caso presente, com o cálculo

dos valores próprios da matriz A - matriz de estado que admitimos de coeficientes constantes.

A metodologia seguida na representação em espaço de estados do sistema que definimos, vai-nos permitir analisar a estabilidade do sistema mas, apenas, para os quatro objectivos de política económica escolhidos que, correspondem aos valores próprios diferentes de zero. A endogeneização dos controlos traduz-se aqui no valor nulo dos respectivos valores próprios, ou seja, a priori, com o sistema assim formulado, não podemos dizer nada sobre a previsível evolução da trajectória dos controlos.

Posteriormente, conhecidas as regras de controlo, questionaremos o efeito previsível da sua aplicação ao sistema. Para se justificar a sua aplicação, será desejável que, possamos admitir que são regras capazes de transmitir um comportamento mais estável ao sistema, conduzindo-o, o mais rapidamente possível, para um estado que consideramos melhor do que o que o sistema atingiria autonomamente e, de preferência, por uma trajectória com menores oscilações.

Assim, conhecidas as regras de controlo e as respectivas matrizes G nas várias situações que apresentamos no próximo capítulo, teremos oportunidade de prever a evolução do sistema, sob o seu efeito, através da análise dos valores próprios das matrizes $R = A + CG$.

Por agora, começamos por analisar os valores próprios obtidos para os quatro objectivos de política económica que incluímos no vector de estado.

O valor de 1,04301 para a primeira variável objectivo (Consumo Privado) indica uma trajectória com tendência para se afastar dos objectivos pretendidos mas não demasiado explosiva, já que, o valor próprio é apenas ligeiramente superior à unidade.

Recordemos que, a série real do Consumo Privado, a preços correntes, é uma série de valores crescentes, com algumas flutuações mas pouco pronunciadas. O resultado anterior deixa-nos antever que, o Consumo Privado, poderá sofrer algumas alterações sob o efeito dos controlos utilizados mas, mesmo que os valores dos controlos não sejam os mais adequados, dificilmente, este objectivo atingirá valores completamente inverosímeis.

Teremos oportunidade de justificar estas afirmações, antes ainda da aplicação da metodologia de controlo óptimo, quando analisarmos os efeitos previsíveis dos controlos sobre o Consumo Privado, através da análise dos valores dos multiplicadores instantâneos e desfasados.

O valor próprio 0,916172, correspondente ao Investimento Total, indica-nos que, esta variável objectivo, deverá apresentar uma trajectória que, tenderá a ser convergente mas, bastante "autónoma", i.e. mais influenciada pela sua própria evolução nos trimestres anteriores do que pela possível actuação das variáveis de controlo.

É um resultado coerente com o que vimos pela análise da regressão obtida para a equação do Investimento Total e, podemos continuar a admitir que, o Investimento é um objectivo com uma dinâmica muito própria, nem sempre receptivo às modificações conjunturais das variáveis de controlo, mas que, não deixará de registar o efeito dos controlos e de tender para os objectivos pretendidos.

O comportamento desta variável, como é conhecido, obedece a múltiplos factores e, nem sempre, as condições objectivas de funcionamento da economia ou, a influência dos controlos, são suficientes para explicar a sua dinâmica. Mais do que pela situação actual, a decisão de Investimento faz-se em função das expectativas futuras e, como vimos, no período em análise, houve muitos momentos de dificuldades e incertezas quanto ao futuro que, necessariamente, se reflectiram na evolução do Investimento.

Teremos oportunidade de confirmar a dinâmica muito própria desta variável objectivo, na SEGUNDA PARTE, com a aplicação da metodologia de controlo óptimo.

-0,0184457 é o valor próprio obtido para o Produto Interno Bruto e será sinal de oscilações na trajectória e pouca "memória" dos valores obtidos nos trimestres anteriores.

O PIB surge, desde já, como uma variável com muito pouca autonomia e muito sujeita à influência dos controlos que, sobre ele actuarão. Teremos, mais adiante, oportunidade de confirmar esta afirmação, com a metodologia de "decomposição" do sistema.

Sendo o indicador mais utilizado para medir a evolução da actividade económica de um país, o PIB está, na realidade, sujeito a oscilações sob o efeito de múltiplos factores, e, neste caso, parece reagir razoavelmente à actuação dos controlos, o que, aumentará a "responsabilidade" dos decisores na definição das regras de controlo a adoptar. Por agora, podemos, desde já, antever que, a aplicação dos controlos adequados tornará possível a convergência do PIB para os valores pretendidos.

O valor próprio muito baixo, $7,91E-07$, no lugar da Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor, indica-nos que, este objectivo, deverá apresentar uma trajectória que tenderá a ser convergente e extremamente influenciável pelos controlos, quase sem nenhuma dependência da variação verificada nos trimestres anteriores.

A extrema volatilidade desta variável já foi referida, quando comentámos a equação utilizada na construção das matrizes para representação do modelo em espaço de estados (ANEXO III). Com a metodologia de "decomposição" do sistema teremos oportunidade de o reafirmar.

A Variação do IPC é, sem qualquer dúvida, a série mais influenciável pela actuação dos controlos. A reacção imediata dos preços à influência dos controlos se, por uma lado, é garantia do poder dos decisores sobre a evolução desta série, por outro, e mais do que para qualquer outra variável objectivo, torna difícil a determinação da melhor regra de controlo a seguir.

*

* *

Testadas as propriedades dinâmicas do sistema e, apesar da formulação seguida - metodologia de Chow e não a que Aoki propõe na definição destas propriedades - podemos, desde já, admitir que, o modelo se revela adequado para o controlo dos objectivos, uma vez que, se verifica a controlabilidade-output.

Poderemos, ainda, esperar que, atingidos os objectivos, eles não divergirão demasiado, já que a controlabilidade trajectória, embora com dificuldade (determinantes muito baixos da matriz N), poderá verificar-se.

A estabilidade dos objectivos só deverá levantar algumas dúvidas no caso do Consumo Privado mas talvez não seja demasiado explosivo (o valor próprio da matriz A correspondente a este objectivo é, como vimos, apenas ligeiramente superior à unidade). O Consumo deverá ser o objectivo menos influenciável pelos controlos.

Situação inversa, será de prever, para a Variação do IPC - o valor próprio é tão baixo que, revela que este objectivo quase não tem evolução autónoma, evolui sujeito a factores exógenos que poderão ser as influências dos vários controlos.

Teremos oportunidade de testar estas conclusões, mais adiante, ainda neste Capítulo, quando aplicarmos a metodologia de "decomposição" do sistema e analisarmos a evolução autónoma e o efeito dos controlos sobre cada um dos objectivos e, obviamente, também, na SEGUNDA PARTE, quando resolvermos o problema de controlo óptimo.

Por agora, e perante os resultados obtidos, vamos aprofundar um pouco a análise do sistema e tentar determinar a influência que se pode esperar que os controlos, sozinhos e agrupados, exerçam sobre os objectivos.

3.3. Efeitos previsíveis dos controlos sobre o sistema

Para análise dos efeitos que, desde já, se pode prever que os controlos terão sobre o sistema e, concretamente, na obtenção dos objectivos que se pretendem atingir, vamos, primeiro, analisar os valores dos multiplicadores dinâmicos e desfasados e, depois, aplicar a metodologia de "decomposição" do sistema que apresentámos no capítulo anterior.



3.3.1. Multiplicadores instantâneos e desfasados

Com os cálculos já efectuados, podemos, ainda, analisar os impactos imediatos (multiplicadores instantâneos) que, cada um dos controlos, exerce sobre os objectivos e, os efeitos que continuam a exercer, nos trimestres posteriores (multiplicadores desfasados).

Os valores obtidos para os multiplicadores instantâneos (valores da matriz C, já anteriormente apresentada, que, aqui reproduzimos):

	G	VTxC	Txj
C	0,036	-22,12	-0,236
I	0,009	-1,795	-0,009
Y	0,339	-66,29	-0,335
V P	-2E-06	-0,1154	-0,0015

permitem-nos, desde já, afirmar¹⁸ que, um aumento do Consumo Colectivo conduz ao crescimento imediato do Consumo Privado, do Investimento Total e do Produto Interno Bruto, assim como, a uma ligeira diminuição da variação do IPC¹⁹.

Aumentos da variação da Taxa de Câmbio e da Taxa de Juros, provocarão, instantaneamente, a descida de todos os objectivos considerados.

Nos sete trimestres posteriores, os controlos continuarão a influenciar o sistema com a intensidade definida pelos valores obtidos para os multiplicadores desfasados, (também já calculados, aquando da verificação da controlabilidade do sistema) e que, aqui transcrevemos:

¹⁸ No ANEXO IV deste Capítulo desenvolvemos a análise de cada um dos valores obtidos para os multiplicadores instantâneos e a sua possível interpretação económica.

¹⁹ Resultado que, não está muito de acordo com a Teoria Económica, mas que, mantemos, pois, sendo o valor do coeficiente tão pequeno, não será de esperar que conduza a grande dispersão do sistema.

2° Trimestre (C + AC):

	G	VTxC	Txj
C	0,072149	-47,7894	-0,47582
I	0,01949	73,64574	-0,01209
Y	0,390156	-128,168	-0,66481
VP	-2,9E-06	-0,11499	-0,00154

3° Trimestre (C + AC+ A²C):

	G	VTxC	Txj
C	0,109762	-68,4645	-0,71904
I	0,030665	143,8022	-0,02452
Y	0,448443	-113,447	-1,0055
VP	-3,3E-06	-0,1151	-0,00153

4° Trimestre (C + AC+A²C+A³C):

	G	VTxC	Txj
C	0,148713	-84,5943	-0,96677
I	0,042721	209,2179	-0,04598
Y	0,508987	-96,6614	-1,35773
VP	-3,7E-06	-0,11522	-0,00153

5° Trimestre (C + AC+A²C+A³C+A⁴C):

	G	VTxC	Txj
C	0,189082	-96,4359	-1,2197
I	0,055662	270,3383	-0,07615
Y	0,572003	-76,5303	-1,72227
VP	-4,2E-06	-0,11537	-0,00153

6º Trimestre ($C+AC+A^2C+\dots+A^5C$):

	G	VTxC	Txj
C	0,230952	-104,223	-1,4785
I	0,069495	327,5747	-0,11475
Y	0,637607	-53,1535	-2,09988
V P	-4,7E-06	-0,11554	-0,00153

7º Trimestre ($C+AC+A^2C+\dots+A^6C$):

	G	VTxC	Txj
C	0,274406	-108,163	-1,74386
I	0,084231	381,3059	-0,16155
Y	0,70592	-26,5906	-2,49134
V P	-5,2E-06	-0,11573	-0,00152

8º Trimestre ($C+AC+A^2C+\dots+A^7C$):

	G	VTxC	Txj
C	0,319533	-108,441	-2,01643
I	0,099882	431,8813	-0,21635
Y	0,777068	3,11278	-2,89745
V P	-5,7E-06	-0,11595	-0,00152

Pelos valores obtidos para os multiplicadores desfasados, podemos concluir que, o Consumo Colectivo mantém as suas tendências de actuação em todos os trimestres, com efeitos acumulados, sempre ligeiramente crescentes, contribuindo para o aumento do Consumo Privado, do Investimento Total e do Produto Interno Bruto e a

diminuição da Variação Trimestral do Índice de Preços do Consumidor.

O efeito da Variação Trimestral da Taxa de Câmbio não é tão linear. Pelos valores dos multiplicadores instantâneos, vimos que, um aumento da VTxC provoca, imediatamente, uma diminuição nos quatro objectivos considerados. Posteriormente, e de acordo com os multiplicadores desfasados, a queda do Consumo e da Variação do IPC mantém-se, com valores acumulados crescentes até ao último trimestre considerado. O efeito sobre o PIB mantém, também, a tendência mas, com valores cada vez mais baixos e, no oitavo trimestre, já há uma inversão dos efeitos esperados. Quanto ao Investimento Total, logo no segundo trimestre, se aponta para uma tendência para o seu aumento com a subida da VTxC, tendência esta que, se reforça nos trimestres seguintes.

Os efeitos acumulados da Taxa de juros não são surpreendentes - o seu aumento provoca a queda dos quatro objectivos, em todos os trimestres considerados, com valores crescentes para o Consumo, Investimento e PIB e, valores quase constantes (caindo muito ligeiramente), para a diminuição da Variação Trimestral do IPC.

Ainda com base nos cálculos já efectuados, podemos aplicar a metodologia referida no capítulo anterior, e ver até que ponto, o sistema se poderá controlar, apenas com a utilização, em separado, de cada um dos controlos definidos.

Construindo as matrizes,

$$M_j = [EC_j \quad EAC_j \quad EA^2C_j \quad \dots \quad EA^6C_j]$$

para cada controlo, j, e, recordando que, C_j é a coluna da matriz C correspondente aos efeitos do controlo j sobre os objectivos, (com j = 1, 2, 3, ou seja, o Consumo Colectivo, a Variação da Taxa de Câmbio e a Taxa de juro), obtêm-se as matrizes que apresentamos no Quadro 4, do ANEXO V, deste Capítulo.

Atendendo aos valores dos determinantes que, também apresentamos no referido Quadro - todos diferentes de zero, indicando que, cada uma das matrizes tem, pelo menos, quatro vectores linearmente independentes - a primeira conclusão a retirar é que, qualquer um dos três controlos é, por si só, capaz de controlar o sistema e de influenciar a evolução dos objectivos.

Uma análise mais atenta dos valores das respectivas matrizes e submatrizes que, se poderiam formar, irá de encontro ao que acima descrevemos pela análise dos multiplicadores dinâmicos do sistema.

Por agora, os cálculos indicam que os três controlos serão adequados para, sozinhos ou em conjunto, actuarem sobre o sistema e conduzirem-no na direcção dos objectivos que pretendemos atingir.

Veremos, se esta conclusão, se confirma, com a aplicação da metodologia, também apresentada no Capítulo anterior, de "decomposição" do sistema.

3.4. "Decomposição" do sistema

A aplicação da metodologia de "decomposição" do sistema visa, como dissemos, a análise dos efeitos dos vários controlos sobre cada um dos objectivos, separadamente, e, ainda, tentar determinar o número mínimo de instrumentos que, será necessário utilizar para se alcançarem os objectivos.

No exemplo presente, vimos no ponto anterior que, o sistema parece controlável com qualquer um dos três controlos. Tentaremos,

agora, confirmar essa conclusão, analisando os efeitos que cada controlo exerce sobre cada um dos objectivos e, se será possível definir preferências para hierarquização dos controlos.

Recordando a metodologia apresentada no capítulo anterior, sabemos que, para a "decomposição" do nosso sistema, se consideram os valores próprios distintos da matriz de estado, A (d_1, d_2, \dots, d_7) e a respectiva matriz de vectores próprios (D).

VALORES E VECTORES PRÓPRIOS DE A :

	1	2	3	4	5	6	7
$d =$	1,04301	0,916172	-0,01845	7,91E-07	0	0	0
$D =$	-14,7522	-9,42343	-0,51125	3,88E-10	0	-1,6E-06	-3,2E-10
	-5,97096	13,4467	0,181769	0,78742	0	123,984	-0,17875
	-23,7671	-4,91437	-232,365	2,05E-05	0	-3962,67	-9E-09
	0,000175	3,62E-05	0,001712	0,004338	0	1,03635	-0,00244
	0	0	0	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	1

Os valores nulos que, se obtêm para os últimos valores próprios de A , são reflexo da composição da nossa matriz de estado, onde, como sabemos, se incluem os quatro objectivos e os três controlos que são endogeneizados. Correspondentemente, também as três últimas linhas da matriz D , dos vectores próprios, são específicas.

Conhecidos estes valores, podemos começar por testar a possibilidade de os controlos actuarem sobre o sistema, através do cálculo da matriz

$$F = D^{-1}C = \begin{array}{ccc} -0,00221 & -1,38285 & 0,012229 \\ -0,00028 & 5,419991 & 0,005937 \\ -0,00123 & -16,7416 & 6,62E-05 \\ 4,67E-07 & -258,913 & 0,206808 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{array}$$

Não tendo nenhuma linha de zeros, a matriz F representa mais uma garantia de que os controlos actuam sobre todos os objectivos.

Uma vez mais, se verifica a especificidade das últimas três linhas, correspondentes às variáveis de controlo que endogeneizamos no vector de estado. Nesta situação, cada controlo, naturalmente, só exerce influência sobre si próprio e, não está sujeito à influência dos outros (nem a outro tipo de restrições porque, no nosso exemplo, não as definimos).

Para aplicação da metodologia de "decomposição" do sistema, recorde-se, utiliza-se a matriz D dos vectores próprios da matriz de estado A e, define-se um novo vector

$$y_t = D w_t$$

que se introduz no sistema inicial, calculando:

$$\begin{aligned} D w_t &= A D w_{t-1} + C x_t \\ w_t &= D^{-1} A D w_{t-1} + D^{-1} C x_t \end{aligned}$$

Recordando que, $F = D^{-1} C$, podemos construir um novo sistema, com n equações independentes, do tipo

$$w_i(t+1) = d_i w_i(t) + \sum_{j=1}^r f_{ij} x_j(t+1)$$

para $i = 1, \dots, n$

sendo:

$w_i(t+1)$ = valor da transformação canónica da variável de estado i , no momento $t+1$

$d_i w_i(t)$ = parte autónoma dessa evolução que, aqui corresponderá à sua situação no momento t

$f_{ij} x_j$ = efeito que o controlo j exerce sobre a evolução da variável de estado i no momento $t+1$.

Para o nosso sistema, só terá sentido aplicar a metodologia às quatro primeiras variáveis incluídas no vector de estado, ou seja, aos quatro objectivos escolhidos.

Assim, teremos:

w_1 = transformação canónica do Consumo Privado

w_2 = transformação canónica do Investimento Total

w_3 = transformação canónica do PIB

w_4 = transformação canónica da Variação trimestral do IPC

Os controlos mantêm-se:

x_1 = Consumo Colectivo

x_2 = Variação Trimestral da Taxa de Câmbio

x_3 = Taxa de Juro das operações activas, em termos reais

O sistema terá, assim, quatro equações que, vamos considerar de forma separada:

$$w_1(t+1) = d_1 w_1(t) + f_{11} x_1(t+1) + f_{12} x_2(t+1) + f_{13} x_3(t+1)$$

$$w_2(t+1) = d_2 w_2(t) + f_{21} x_1(t+1) + f_{22} x_2(t+1) + f_{23} x_3(t+1)$$

$$w_3(t+1) = d_3 w_3(t) + f_{31} x_1(t+1) + f_{32} x_2(t+1) + f_{33} x_3(t+1)$$

$$w_4(t+1) = d_4 w_4(t) + f_{41} x_1(t+1) + f_{42} x_2(t+1) + f_{43} x_3(t+1)$$

Para análise dos resultados obtidos, vamos considerar uma medida que será o desvio padrão entre a série da evolução da transformação canónica de cada uma das variáveis $w_i(t+1)$ e os valores que, se obtêm, na série que representa a evolução da parte autónoma respectiva $d_i w_i(t)$, na série com os efeitos conjuntos dos três controlos (sem parte autónoma), de seguida, sucessivamente,

nas séries com os valores da parte autónoma com cada um dos controlos, primeiro em separado e, depois, agrupados dois a dois.

No ANEXO VI deste capítulo, apresentamos os gráficos correspondentes a cada uma das situações e que completam a análise dos valores dos desvios padrão.

Os valores, assim obtidos, para a transformação canónica do Consumo Privado (w_1) são:

	desvio-padrão
parte autónoma (d_1w_1)	1,685957
aplicando os 3 controlos	60,1187952
$d_1w_1 + G$	1,23488018
$d_1w_1 + VTxC$	0,42706192
$d_1w_1 + Txj$	1,81293325
$d_1w_1 + G + VTxC$	0,14998
$d_1w_1 + G + Txj$	1,3557106
$d_1w_1 + VTxC + Txj$	0,53957417

São valores que indiciam uma forte autonomia da evolução do Consumo Privado - um desvio padrão baixo, quando consideramos só a parte autónoma e, muito elevado, quando admitimos apenas o efeito dos três controlos, sem a parte autónoma.

É uma conclusão bem visível se compararmos os traçados dos Gráficos 1 e 2 do ANEXO VI - no primeiro a parte autónoma segue muito de perto a série dos valores da transformação canónica do Consumo Privado, no segundo, não há qualquer coincidência entre esta série e a influência conjunta dos controlos.

Quanto à influência de cada um dos controlos, em separado mas, incluindo a parte autónoma, com cada um deles, verificamos, pelos

dados anteriores que, o melhor resultado se obtém com a utilização da VTxC e o pior com a Txj - Gráficos 3-5.

Os resultados confirmam-se quando admitimos as combinações dos instrumentos dois a dois - a inclusão da VTxC diminui o desvio-padrão entre as séries e aproxima o traçado dos Gráficos 6-8.

Registe-se, ainda que, a utilização da VTxC, sozinha, conduz a um melhor resultado do que os que se obtém com a sua combinação com a Txj (VTxC+Txj) e, mais ainda, quando se utilizam só os outros dois controlos (G+Txj).

Com estes resultados, afasta-se um pouco a "desconfiança" surgida com a primeira análise da estabilidade, onde, um valor próprio ligeiramente superior à unidade, poderia ser indício de uma evolução explosiva para a série.

Por agora, e face aos resultados obtidos, podemos supor que, o Consumo Privado, apesar de bastante autónomo, poderá ser um objectivo atingível, desde que se escolham os controlos adequados para influenciar a sua evolução.

Para a transformação canónica do Investimento Total (w_2) obtemos:

	desvio-padrão
parte autónoma (d_2w_2)	5,319768621
aplicando os 3 controlos	6,78042375
$d_2w_2 + G$	5,37383957
$d_2w_2 + VTxC$	0,04361357
$d_2w_2 + Txj$	5,25968462
$d_2w_2 + G + VTxC$	0,07285158
$d_2w_2 + G + Txj$	5,31360738
$d_2w_2 + VTxC + Txj$	0,06831749

Apesar de os valores dos desvios padrão das séries, quando se considera apenas a evolução autónoma e, quando se admite a influência dos três controlos, sem parte autónoma, não serem muito distintos, a situação diferencia-se, se compararmos os Gráficos 9 e 10 do ANEXO VI.

O Gráfico 9 corresponde à evolução da parte autónoma que, embora afastada, acompanha o traçado da série da transformação canónica do Investimento Total. A evolução dos efeitos dos três controlos, sem parte autónoma, (Gráfico 10), afasta-se bastante daquele traçado.

Quanto aos controlos, seguindo a metodologia de considerar a parte autónoma e o efeito, em separado, de cada um dos três controlos, verificamos que a utilização do Consumo Colectivo, G, (Gráfico 11) revela-se pior do que deixar seguir o Investimento sozinho, sem qualquer actuação dos controlos. A Taxa de juro, conduz a um desvio-padrão, apenas ligeiramente inferior ao que se obtém com a evolução autónoma do Investimento, como também se comprova pelo Gráfico 13.

Neste caso, a utilização da Variação da Taxa de Câmbio, sozinha, (Gráfico 12) conduz ao melhor de todos os resultados, aliás, superior aos que se obtém com qualquer combinação dos controlos dois a dois.

A ter que escolher dois controlos, e sempre segundo os valores obtidos para os respectivos desvios padrão e os Gráficos 14-16, a VTxC seria, sempre, de incluir e, a sua combinação com a Txj é um pouco melhor do que com o Consumo Colectivo. Escolher G+Txj revela-se pior do que utilizar a Txj sozinha.

A relativa autonomia aqui demonstrada pelo Investimento Total, já referida anteriormente, quando fizemos a primeira análise da sua previsível estabilidade, estará também presente na SEGUNDA PARTE do nosso trabalho, onde teremos oportunidade de testar a evolução específica deste objectivo em diferentes situações e combinações de controlos.

Para a transformação canónica do Produto Interno Bruto (w_3) temos:

	desvio-padrão
parte autónoma (d_3w_3)	16,651139
aplicando os 3 controlos	0,30748849
$d_3w_3 + G$	16,4121768
$d_3w_3 + VTxC$	0,30005797
$d_3w_3 + Txj$	16,6518106
$d_3w_3 + G + VTxC$	0,00081125
$d_3w_3 + G + Txj$	16,4128462
$d_3w_3 + VTxC + Txj$	0,3007155

O Produto Interno Bruto confirma-se, assim, como um objectivo bem sensível à influência dos controlos, com um desvio padrão muito elevado, quando se considera a evolução apenas da parte autónoma (Gráfico 17) e, um desvio padrão baixo com um traçado no Gráfico 18 de quase coincidência entre a série da transformação canónica do PIB e dos efeitos dos três controlos.

A utilização, em separado, apenas do Consumo Colectivo, G , (Gráfico 19) ou da Taxa de juro (Gráfico 21) é quase equivalente a deixar seguir o sistema sozinho. Se tivéssemos que optar por um só controlo, a escolha (mais uma vez) deveria recair na Variação da Taxa de Câmbio - a situação que apresenta o desvio padrão mais baixo e a série mais próxima da transformação canónica do PIB (Gráfico 20).

Nas combinações dos controlos, dois a dois (Gráficos 22-24), a $VTxC$ deveria estar presente, sendo a sua combinação com o Consumo Colectivo a melhor escolha possível.

Note-se, ainda, que a influência da combinação $G+Txj$ consegue ser pior do que a utilização da Txj sozinha e, do que, a própria evolução autónoma do PIB.

Confirma-se, assim, a fraca "memória" deste objectivo, já referida na primeira abordagem da sua estabilidade, e não se afasta a possibilidade da sua oscilação face à influência dos controlos mas, uma escolha adequada para estes últimos, talvez possa afastar a possibilidade de conduzir o PIB para os valores que se considerem desejáveis.

Para a transformação canónica da Variação do IPC (w_4) os valores obtidos são:

	desvio-padrão
parte autónoma (d_4w_4)	251,7411433
aplicando os 3 controlos	0,00042768
$d_4w_4 + G$	251,741233
$d_4w_4 + VTxC$	2,53610601
$d_4w_4 + Txj$	253,82964
$d_4w_4 + G + VTxC$	2,53601348
$d_4w_4 + G + Txj$	253,82973
$d_4w_4 + VTxC + Txj$	0,00032483

A Variação do Índice de Preços no Consumidor (VP) é, de todos os objectivos, o que menos "memória" revela - a sua evolução depende, quase exclusivamente, da influência dos controlos. Situação presente na invisibilidade da evolução da sua parte autónoma no Gráfico 25 e, na coincidência do traçado das séries no Gráfico 26, onde se compara a evolução da transformação canónica da VP, com a influência dos três controlos, sem parte autónoma.

No entanto, a utilização do Consumo Colectivo, (Gráfico 27) ou da Taxa de juro (Gráfico 29) sozinhos, não conduz a bons resultados. Aliás, a Txj, sozinha, ainda é pior do que a evolução autónoma da VP. É, novamente, a Variação da Taxa de Câmbio o único controlo capaz de, sozinho, exercer uma forte influência sobre este objectivo e de aproximar a sua evolução da série da

transformação canónica deste objectivo, como podemos confirmar no Gráfico 28.

Na combinação dos controlos dois a dois (Gráficos 30-32) temos mais uma vez o papel determinante da VTxC mas, aqui há outras situações curiosas. A melhor hipótese de todas é a combinação VTxC+Txj e, recorde-se, apesar de a opção Txj, sozinha, se ter revelado péssima. Além disso, com a combinação G+VTxC consegue-se um desvio padrão muito aceitável, até ligeiramente inferior ao que se obtém com a VTxC sozinha i.e, a inclusão do Consumo Colectivo que, sozinho, só piora a situação, aqui não prejudica o resultado.

A utilização, em conjunto, de G+Txj revela-se a pior de todas as situações.

Por agora, será de prever que, dos quatro objectivos, a Variação do IPC se revele o mais permeável à influência dos controlos e, sendo estes bem escolhidos, não deverá ser difícil conduzi-lo para os valores que definirmos como desejáveis.

3.5. Notas conclusivas

Os resultados obtidos parecem indicar que, apesar da simplicidade do modelo estimado, ele poderá ser adequado aos nossos objectivos, permitindo-nos a formulação e resolução de um problema de controlo óptimo, aplicado à política económica que apresentamos no próximo capítulo.

A controlabilidade dos objectivos deverá ser conseguida com a aplicação dos controlos, sem termos que respeitar a regra de Tinbergen - no nosso exemplo, os quatro objectivos considerados poderão ser influenciados pelos três controlos, sozinhos ou combinados, tendo a Variação da Taxa de Câmbio (tendencialmente, a sua queda que equivale à desvalorização do escudo), revelado ser o controlo que maior influência parece exercer sobre a evolução de, praticamente, todos os objectivos.

No entanto, como a Variação da Taxa de Câmbio não será o único controlo utilizado em nenhuma das hipóteses e alternativas que utilizaremos na resolução do problema de controlo óptimo, a sua utilização, em simultâneo com os outros controlos, nem sempre confirmará esta tendência para a descida da cotação da moeda.

Aliás, já a análise dos multiplicadores dinâmicos revelou algumas oscilações - recordemos que, o efeito imediato sobre o Investimento era inverso ao efeito a mais longo prazo; para o PIB havia, também, uma diminuição da intensidade do efeito esperado e a tendência invertia-se a partir do oitavo trimestre. Como teremos oportunidade de demonstrar mais adiante, na SITUAÇÃO III da SEGUNDA PARTE do nosso trabalho, se a VTxC fosse conjugada com Taxas de juro muito baixas, seria preferível, em vez da desvalorização, seguir uma política de ligeira valorização da moeda.

O Consumo Privado demonstrou ser uma variável com uma evolução bem autónoma mas, mesmo assim, poder-se-á tentar influenciar a sua evolução, de preferência através do aumento do

Consumo Colectivo e da queda da Variação da Taxa de Câmbio (desvalorização do escudo).

O Investimento Total tem, também, uma evolução bem específica e, nem sempre reage, de imediato, ao efeito dos controlos. No entanto, parece possível influenciar a sua trajectória, sobretudo através da VTxC que, sozinha, se revela capaz de conduzir aos melhores resultados mas que, também, poderá ser combinada com o aumento do Consumo Colectivo ou a queda da Taxa de juro.

No entanto, como atrás já referimos, o efeito imediato, previsível, de aumento do Investimento que se obteria com uma desvalorização da moeda (descida da VTxC), poderá vir a ter consequências inversas logo a partir do segundo trimestre.

Ao contrário dos dois objectivos anteriores, o Produto Interno Bruto é uma variável com pouca autonomia de evolução, dependente dos efeitos que os controlos sobre ela vão exercendo. Aumenta, assim, a responsabilidade dos decisores sobre a definição dos controlos adequados que poderão vir a determinar os valores do próprio PIB. Os cálculos efectuados indicam que, mais uma vez, a VTxC parece ter, sozinha e acompanhada, um efeito determinante na evolução do PIB.

Mas, tal como para o Investimento, há um certo perigo de os efeitos a prazo, por exemplo, de uma desvalorização do escudo (ou seja, a diminuição da Variação da Taxa de Câmbio), poderem inverter a situação desejada de aumento dos valores do PIB.

O quarto objectivo, a Variação do Índice de Preços do Consumidor, parece depender, quase totalmente, da evolução dos controlos.

Poderemos, assim, por agora concluir que, o sistema deverá ser controlável com a aplicação dos três controlos escolhidos.

Conhecemos também, desde já, as tendências e efeitos previsíveis de cada um dos controlos, sobre cada um dos objectivos escolhidos.

No entanto, o que pretendemos é a obtenção dos quatro objectivos, com a utilização simultânea dos três controlos e, a conjugação do efeito dos três controlos sobre o sistema poderá trazer-nos algumas surpresas.

Mas, como dissemos, saber-se da existência desses controlos e apontar-se a previsível tendência da sua evolução é, ainda, uma etapa prévia à resolução do problema.

Falta ainda o mais difícil - a quantificação dos valores desses controlos e a análise dos resultados a que a sua aplicação, simultânea, aos quatro objectivos considerados nos poderão conduzir. Questões que desenvolveremos na SEGUNDA PARTE, utilizando o presente modelo para formular e resolver um problema de controlo óptimo, com a determinação das respectivas regras de controlo e os resultados previsíveis da sua aplicação.

ANEXO I

VARIÁVEIS UTILIZADAS NO MODELO

As variáveis foram escolhidas, naturalmente, entre os dados disponíveis, optando pelas séries trimestrais para termos séries um pouco mais longas que aumentem o grau de confiança das regressões. Na sua selecção tivemos presente a necessidade de se estimar um modelo para aplicar à análise da política económica, o que implicará a definição de alguns objectivos e controlos, a utilizar no problema de controlo óptimo que nos propomos formular e resolver.

Utilizamos variáveis de duas Fontes:

1) Contas Nacionais Trimestrais do Instituto Nacional de Estatística - Séries a preços correntes:

- Produto Interno Bruto
- Consumo Privado
- Investimento Total
- Consumo Colectivo
- Exportações
- Importações

2) Boletins Trimestrais do Banco de Portugal:

- Taxa de juro das operações activas
- Índice da taxa de câmbio efectiva do escudo
- Índice de Preços do Consumidor

As séries de variáveis das Contas Nacionais são utilizadas, directamente, sem qualquer modificação prévia.

O segundo tipo de variáveis, fornecidas pelo Banco de Portugal são incluídas no modelo após as seguintes transformações :

a) Taxas de juro das operações activas em termos reais, ou seja: valores das taxas de juro fornecidas pelo B.P. menos a variação do IPC (i.e. $IPC_t - IPC_{t-1}$).

Obtem-se, assim, uma série que apresenta oscilações pronunciadas, valores negativos em alguns anos e taxas elevadas nos últimos trimestres do intervalo.

b) Os valores do Índice da taxa de câmbio efectiva do escudo, fornecidos pelo Banco de Portugal, são médias ponderadas pelos pesos das importações e exportações. Um aumento do índice corresponde a uma revalorização do escudo.

No modelo utilizamos a variação trimestral deste Índice da taxa de câmbio ($VTxC$), calculada como TxC_{t+1}/TxC_t e, mantém-se o significado genérico, ou seja,

$VTxC > 1$ indica uma revalorização do escudo

$VTxC < 1$ indica uma desvalorização do escudo.

É uma transformação que não altera as tendências reais. Assim, os valores mais baixos, correspondem aos anos onde sabemos que tivemos desvalorizações pronunciadas - finais da década de 70 e grande parte da década de 80. Nos primeiros trimestres dos anos 80, os valores superiores à unidade correspondem à valorização do tempo de Sá Carneiro, situação que só se repete nos últimos trimestres do intervalo, refletindo a valorização da moeda nos governos de Cavaco Silva.

c) O Índice de Preços do Consumidor também não é aplicado directamente. Optamos por uma transformação do tipo da que fizemos com a Taxa de Câmbio, i.e. utilizamos a Variação Trimestral do $IPC = IPC_{t+1}/IPC_t$.

Apesar das modificações das séries do IPC (que procuramos uniformizar adoptando o valor 1 sempre que se muda de série) os valores que obtemos não alteram as tendências reais. Temos:

- valores sempre superiores a 1 - sinal que a Variação do IPC é sempre positiva, ou seja, os preços vão sempre aumentando, com maior ou menor intensidade mas, nunca descem;
- os valores mais elevados (com esta transformação só são visíveis na segunda casa decimal) correspondem, de facto, aos anos de maior inflação, i.e. finais dos anos 70 e, sobretudo, primeira parte da década de 80;
- os valores mais baixos obtêm-se nos últimos trimestres do intervalo que são, na realidade, o período com menor inflação.

ANEXO II

REGRESSÕES SIMPLES UTILIZADAS NA CONSTRUÇÃO DO MODELO

Para construção do modelo começamos por estimar 5 equações utilizando o programa informático TSP que nos fornece informação sobre a qualidade das regressões. Regressões que aqui apresentamos com breves comentários sobre os resultados obtidos.

CONSUMO PRIVADO

Var.dependente: C

Soma do quadrado dos residuais	4133,34
Desvio padrão da regressão	8,66901
Média da variável dependente	770,6
Desvio padrão	541,636
Rquadrado	0,999757
R-quadrado ajustado	0,999744
Estatística de Durbin-Watson	1,5035
Estatística F(3,55)	75453,2
Log. da função "likelihood"	-209,072
Nº de observações	59

Variável	Coef. estimado	desv. pad	Estat. T
Coef.	-126,87	68,942	-1,8403
C (-1)	0,86578	0,067274	12,869
Y	0,10643	0,042303	2,5159
VP	130,46	65,044	2,0057

DURBIN(1970) EST T , AR(1) 2,07989

Onde: C(-1) = Consumo Privado no trimestre anterior

Y = PIB

VP = Variação trimestral do IPC ($VP = IPC_t / IPC_{t-1}$)

1. Apesar do elevado valor do R^2 , a qualidade da estimação levanta algumas reservas, nomeadamente, pelos valores obtidos para a estatística de Durbin-Watson que denunciam a presença de autocorrelação.

2. O valor elevado da estatística t para o Consumo Privado desfasado indicia "autonomia" relativa desta variável, ou seja, mais do que a influência que as outras variáveis explicativas possam exercer, o Consumo Privado segue a sua própria tendência de evolução.

3. A variação positiva do Consumo com a Variação do IPC (VP) levanta-nos algumas reservas, poderíamos pensar em explicá-la pelo facto de os valores do Consumo Privado serem a preços correntes, ou até, pela instabilidade dos preços poder reforçar a consciência da perda de valor da moeda, incentivando a satisfação mais imediata das necessidades de Consumo. São explicações possíveis. No entanto, a inclusão da equação estimada para a Variação do IPC e a construção da nova equação para o Consumo Privado que se obtém a partir da equação de equilíbrio, $Y = C + I + G + E - M$, (ANEXO III), irá alterar o sentido da variação do Consumo Privado devida não exactamente à VP mas, à VP (-1). Teremos, na altura, um efeito negativo do aumento do IPC no trimestre anterior sobre o Consumo Privado no trimestre corrente, o que é mais aceitável e, indicia um certo desfasamento, entre o aumento dos preços e as inibições de Consumo.

INVESTIMENTO

TOTAL

Var.dependente: I

Soma do quadrado dos residuais	5122,51
Desvio padrão da regressão	9,83113
Média da variável dependente	319,086
Desvio padrão	238,355
R-quadrado	0,998445
R-quadrado ajustado	0,998299
Estatística de Durbin-Watson	2,2856
Estatística F(3,55)	6808,09
Log. da função "likelihood"	-215,401
Nº de observações	59

Variável	Coef.estima	desv.padrão	Estat. T
Coef.	123,63	112,79	1,096
I(-1)	0,92569	0,04118	22,479
Y	0,027073	0,011402	2,3745
VP(-1)	-168,04	81,212	-2,0692
VTxC(-1)	59,378	55,908	1,0621
Txj(-1)	-0,24423	0,24416	-1,0003
DURBIN(1970) EST T , AR(1)		-1,37381	

I(-1) = Investimento Total no trimestre anterior

Y = PIB

VP(-1) = Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor com desfasamento de um trimestre
 $[VP(-1)=IPC_{t-1}/IPC_{t-2}]$

VTxC(-1) = Variação trimestral da Taxa de Câmbio com desfasamento de um trimestre ($VTxC(-1) = TxC_{t-1}/TxC_{t-2}$)

Txj(-1) = Taxa de juro das operações activas em termos reais do trimestre anterior

1. Também neste caso se obtém um valor elevado para o R^2 mas, a equação não deixa de levantar algumas dúvidas, nomeadamente, pelos desvios-padrão muito elevados para o termo autónomo, a VTxC(-1) e, sobretudo, para a Txj(-1).

2. As variáveis explicativas, podem ter sentido em termos económicos mas, têm grandes dificuldades para explicar as decisões de Investimento. O Investimento aparece dependente,

sobretudo, da sua própria evolução nos trimestres passados. São decisões que têm uma "inércia" própria e não dependem, grandemente, das flutuações de curto prazo das variáveis explicativas.

3. Mesmo que o ajustamento tenha fraco valor estatístico, os valores obtidos têm algum sentido económico.

Assim, o efeito negativo, que a $VP(-1)$ parece exercer sobre o Investimento Total, será sinal que o aumento da variação do IPC (se admitirmos que é um indicador que também é representativo da variação dos preços dos bens de equipamento), se poderá traduzir numa maior "insegurança" e poderá, até certo ponto, impedir algumas decisões de investimento.

O efeito negativo que a $VTxC(-1)$ também parece exercer sobre o Investimento - recordando que as variações positivas da $VTxC$ são revalorizações do escudo e vice-versa - indicia que, apesar da fraca influência, parece haver uma certa relação positiva entre a valorização do escudo e as decisões de investir. No entanto, e tal como no caso da VP para o Consumo Privado, também aqui, haverá uma alteração de tendência após a construção do modelo que utilizamos para formalização do problema de controlo óptimo. Nessa altura, o efeito do aumento da $VTxC$ será negativo para o Investimento, levando-nos a ter presente, nomeadamente, o peso da componente importada dos bens de equipamento.

Mesmo com fraca qualidade estatística, o Investimento parece cair com o aumento da Taxa de juros do trimestre anterior, $Txj(-1)$.

EXPORTAÇÕES

Var.dependente: E

Soma do quadrado dos residuais	17238,1
Desvio padrão da regressão	17,7037
Média da variável dependente	327,561
Desvio padrão	237,319
R-quadrado	0,994723
R-quadrado ajustado	0,994435
Estatística de Durbin-Watson	2,3276
Estatística F(4,54)	3455,8
Log. da função "likelihood"	-251,199
Nº de observações	59

Variável	Coef. estimado	desv. padr	Est. T
Coef.	108,19	95,007	1,1387
E(-1)	1,1188	0,061515	18,187
Y	-0,031616	0,017446	-1,8122
VTxC	-100,88	98,926	-1,0197
DURBIN(1970) EST T, AR(1)		-2,3594	

E(-1) = Exportações no trimestre anterior

Y = PIB

VTxC = Variação trimestral da Taxa de Câmbio

$$(VTxC = TxC_t / TxC_{t-1})$$

1. O ajustamento parece razoável, apesar das dúvidas pelos elevados desvios-padrão do coeficiente autónomo e da VTxC.

2. A situação, pouco plausível, das Exportações estarem inversamente correlacionadas com o PIB, pode encontrar explicação no facto da dinâmica das Exportações depender, muito pouco, das decisões nacionais ou da disponibilidade de produtos para vender no exterior, já que, em última análise eles, só sairão se o Resto do Mundo se dispor a comprar.

3. Apesar do elevado desvio-padrão e do relativamente baixo valor da estatística t, o sinal do coeficiente que se obtém para a VTxC, talvez justifique a aceitação desta variável explicativa - uma diminuição da VTxC (equivalente, como sabemos, a uma desvalorização do escudo) estará associada a um possível aumento das exportações.

IMPORTAÇÕES

Var.dependente: M

Soma do quadrado dos residuais	38400,4
Desvio padrão da regressão	26,4233
Média da variável dependente	466,658
Desvio padrão	335,478
R-quadrado	0,994117
R-quadrado ajustado	0,993796
Estatística de Durbin-Watson	2,5576
Estatística F(4,54)	3098,12
Log. da função "likelihood"	-274,827
Nº de observações	59

Variável	Coef.estim	desv.padr	Est. T
Coef.	-97,165	139,02	-0,6989
M (- 1)	0,93805	0,077965	12.032
Y (- 1)	0,028501	0,032147	0,88656
VTxC (- 1)	112,94	144,55	0,7813
DURBIN(1970) EST T , AR(1)			-3,7759

M(-1) = Importações no trimestre anterior

Y(-1) = PIB no trimestre anterior

VTxC(-1) = Taxa de Câmbio $t-1$ /Taxa de Câmbio $t-2$

1. Uma vez mais, o elevado valor do R^2 , não chega para se acreditar na validade do ajustamento - temos desvios-padrão muito elevados no coeficiente autónomo e na VTxC (-1) e valores muito baixos na estatística t.

2. No entanto, há algum sentido económico nos resultados obtidos. As decisões de importar são bastante "autónomas" e dependentes da evolução anterior. Valerá talvez a pena recordar que, analisamos o intervalo de 1978-92, antes da abertura de fronteiras e com largos períodos de grande desequilíbrio na Balança de Pagamentos que conduziu a fortes restrições nas importações. Não havia grande alternativa entre comprar cá, ou lá fora, o mesmo tipo de produtos e as importações chegaram a ser decididas administrativamente, apenas para produtos considerados "indispensáveis" e "insubstituíveis", quer ao nível dos investimentos, quer ao nível dos consumos.

3. Apesar das limitações pela falta de qualidade estatística, podemos aceitar o sentido económico dos coeficientes obtidos.

Um aumento do Produto/Rendimento no trimestre anterior, $Y(-1)$, poderá contribuir para um aumento das importações no trimestre corrente.

Se a moeda se valorizou no trimestre anterior, no caso presente, um aumento da $VTxC$ (-1) , será de admitir que, neste trimestre, se pense (ou, melhor, se possa) importar mais.

IPC (variação)

Var.dependente: VP

Soma do quadrado dos residuais	0,01281
Desvio padrão da regressão	0,0152614
Média da variável dependente	1,0381
Desvio padrão	0,0219044
R-quadrado	0,539681
R-quadrado ajustado	0,514573
Estatística de Durbin-Watson	1,274
Estatística F(4,53)	21,4941
Log. da função "likelihood"	165,117
Nº de observações	59

Variável	Coef. estimado	desv. pad	Estat. T
Coef.	1,1757	0,082183	14,305
Y	-7,36E-06	3,15E-06	-2,3348
VTxC	-1,16E-01	8,54E-02	-1,3573
Txj	-0,001541	0,086825	-4,819

$Y = \text{PIB}$

$VTxC = \text{Variação trimestral da Taxa de Câmbio}$

$(VTxC = Tx C_t / Tx C_{t-1})$

$Txj = \text{Taxa de Juros das operações activas}$

1. A Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor é, sem dúvida, a pior variável de explicar. As dificuldades são visíveis logo no valor do coeficiente de correlação - muito mais baixo do que nas equações anteriores. O desvio-padrão da Txj é, também, muito elevado.

2. A escolha das três variáveis explicativas, para além das preocupações já anteriormente referidas - tentar utilizar as variáveis que permitam a formulação de um modelo aplicável à análise da política económica - seguiu a opção "natural" de tentar explicar a variação de preços com variáveis monetárias - $VT \times C$ e $T \times j$ - e ver, até que ponto, a variação dos preços também dependerá do aumento do Produto/Rendimento. Os resultados obtidos com estas três variáveis explicativas permitem-nos afirmar que:

a) No caso do Produto/Rendimento, Y , o valor do coeficiente é ínfimo (oito casas decimais!) mas, o aumento do PIB (a preços correntes) está inversamente correlacionado com a variação do IPC. É uma situação pouco aceitável em termos da Teoria Económica, como já tivemos oportunidade de referir, e refletirá, em parte, as dificuldades sentidas na definição de uma equação capaz de explicar a variação dos preços com as variáveis que admitimos para definição do modelo.

Mesmo assim, e conscientes das limitações de uma equação deste tipo, decidimos não a eliminar, e teremos oportunidade de demonstrar, na SEGUNDA PARTE do nosso trabalho, que ela não nos impedirá de prosseguir a análise e obter alguns resultados admissíveis sobre a evolução da Variação do IPC sob o efeito dos controlos escolhidos.

b) O coeficiente negativo, que se obtém para a $VT \times C$, indica que uma queda desta Variação (desvalorização do escudo) poderá contribuir para um aumento da variação do IPC (maior inflação). Tal será possível de admitir, se tivermos presente que a perda de valor da moeda nacional tem efeitos no mercado externo - facilita as exportações pela diminuição dos preços relativos e, inversamente, encarece as importações (as que se permitem, recordemos que há restrições às importações em grande parte do intervalo), o que se traduz no aumento dos preços no mercado interno (inflação). Por outro lado, a canalização dos produtos para o Resto do Mundo diminui a sua oferta no mercado nacional e, com a política de restrição às importações, poderá existir uma certa escassez que se traduzirá num aumento de preços

c) Para a $T \times j$ obtém-se um coeficiente também negativo (e com um enorme desvio-padrão).

O aumento da $T \times j$ das operações activas em termos reais - recorde-se, calculada como: valores das taxas de juro fixadas administrativamente menos aumento/queda do valor IPC (i.e. $IPC_t - IPC_{t-1}$) - parece provocar a diminuição da variação do IPC, ou seja, menos inflação - (relembremos que, aqui, é IPC_t / IPC_{t-1}).

Como explicação económica para este resultado, podemos referir que aumentando o custo do crédito se dificulta o Investimento, e, eventualmente, o próprio Consumo. Tal será viável se admitirmos, por um lado que, se as decisões de Investimento já tiverem sido tomadas, a sua concretização poderá, eventualmente, prejudicar as decisões de Consumo. Por outro lado, talvez possamos, também, admitir que alguma parte do crédito solicitado para despesas de Investimento, se destinava, de facto, a despesas de Consumo. Recorde-se que, na época, não se concediam créditos directamente destinados ao Consumo, como actualmente se verifica, e talvez se possa admitir que, também, existissem necessidades de financiamento do Consumo.

Com menor procura para Investimento e Consumo não será, pois, de estranhar a desaceleração da subida dos preços.

ANEXO III

EQUAÇÕES A PARTIR DA FORMA REDUZIDA DO MODELO

A partir da forma reduzida do modelo estimado obtêm-se as novas equações que nos merecem alguns comentários.

EQUAÇÃO PARA O PRODUTO INTERNO BRUTO:

$$Y = 1,44356 C(-1) + 0,6691 I(-1) + 0,4555 E(-1) - 0,7239 M(-1) + \\ + 0,33948 G - 0,022 Y(-1) - 121,46 VP(-1) - 66,288 VTxC - \\ - 44,233 VTxC(-1) - 0,3352 Txj - 0,1765 Txj(-1) + 252,591$$

1. O valor negativo do coeficiente do PIB do trimestre anterior será talvez um pouco estranho. No entanto, como se demonstra com a metodologia de "decomposição" do sistema, o PIB parece ter muito pouca autonomia de evolução, estando muito sujeito à influência dos controles. À mesma conclusão se chega com a verificação da estabilidade do PIB, através do cálculo dos valores próprios da matriz A - valor muito baixo e negativo, indiciando oscilações e pouca "memória" dos valores obtidos nos trimestres anteriores.

2. Outras variáveis, cujo aumento parece exercer um efeito negativo sobre o PIB, são :

a) a Variação do IPC (inflação) no trimestre anterior;

b) a Variação da Taxa de Câmbio (revalorização do escudo) tanto no trimestre corrente como no anterior - se a revalorização

se traduzir num aumento de importações e queda de exportações, não será de estranhar que caia o produto/rendimento/despesa nacional;

c) a Taxa de juros, tanto no trimestre corrente como no anterior - relação que será aceitável, se recordarmos que, o efeito de um aumento da T_{xj} já era negativo, não só sobre o Investimento (como seria de prever) mas, também, sobre o Consumo Privado.

EQUAÇÃO PARA O CONSUMO PRIVADO:

$$C = 1,01803 C(-1) + 0,07057 (I-1) + 0,04804 E(-1) - 0,0763 M(-1) + \\ + 0,03581 G - 0,0023 Y(-1) - 12,81 VP(-1) - 22,116 VTxC - \\ - 4,6652 VTxC(-1) - 0,2364 T_{xj} - 0,0186 T_{xj}(-1) + 53,1526$$

1. Os resultados obtidos refletem a grande "acumulação" de variáveis, acumulação que, no entanto, se torna necessária para a construção das matrizes que nos permitam a aplicação da metodologia de controlo óptimo. Assim, o Consumo Privado no trimestre corrente está positivamente correlacionado com o Consumo Privado no trimestre anterior e é fortemente influenciado pela sua própria dinâmica, como já tivemos oportunidade de referir. Mas, surge a contradição entre a influência que as outras componentes do PIB do trimestre anterior exercem sobre o Consumo Privado e o efeito, que esse mesmo PIB desfasado, parece exercer sobre o Consumo Privado do trimestre corrente.

2. Obtem-se agora, como anteriormente assinalámos, um efeito negativo sobre o Consumo Privado devido ao aumento dos preços (Variação do IPC positiva) no trimestre anterior.

3. Mantêm-se os efeitos da $VTxC$ e da T_{xj} sobre o Consumo Privado já anteriormente referidos - um aumento da $VTxC$ (revalorização do escudo) no trimestre corrente e, no anterior, continua a provocar uma descida do Consumo Privado. É um resultado aceitável, se

tivermos presente que, na realidade, o que se verificou neste período foi uma desvalorização do escudo e uma subida dos montantes destinados a Consumo Privado (recorde-se que a preços correntes). Também a subida das Txj, no trimestre corrente e no trimestre anterior, continua a exercer um efeito negativo sobre o Consumo Privado.

EQUAÇÃO PARA O INVESTIMENTO TOTAL:

$$I = 0,03908 C(-1) + 0,9438 (I-1) + 0,01233 E(-1) - 0,0196 M(-1) + \\ + 0,00919 G - 0,0006 Y(-1) - 171,33 VP(-1) - 1,7946 VTxC - \\ - 58,1805 VTxC(-1) - 0,0091 Txj - 0,249 Txj(-1) + 130,468$$

1. Tal como para o Consumo Privado, temos a contradição entre os efeitos das várias componentes do PIB do trimestre anterior e, o próprio PIB no mesmo período mas, aqui o coeficiente que se obtém para o Y(-1) é, ainda, mais baixo do que o anterior.

2. Ao contrário do que obtivemos com a equação de regressão múltipla que calculámos para o Investimento, e tal como na altura referimos, temos agora um efeito negativo do aumento da VTxC, tanto no trimestre corrente, como no anterior.

Recordemos que a VTxC neste período não obedeceu às flutuações de mercado e praticou-se, deliberadamente, a desvalorização do escudo. No caso presente, temos uma correlação positiva entre a revalorização do escudo e a queda do investimento ou, se quisermos o raciocínio inverso, entre a desvalorização e o aumento do investimento.

É uma situação admissível, se tivermos presente que a desvalorização procurou, deliberadamente, o fomento das exportações que poderão, pelo seu lado, ter contribuído para

aumentar o Investimento, sobretudo, nas produções directamente vocacionadas para a Exportação.

3. Os coeficientes da T_{xj} e $T_{xj}(-1)$ mantêm-se negativos - aliás, o inverso é que levantaria problemas.

EQUAÇÃO PARA AS EXPORTAÇÕES:

$$\begin{aligned} E = & -0,0456 C(-1) - 0,0212 (I-1) + 1,1044 E(-1) - 0,02289 M(1) - \\ & - 0,0107 G + 0,0007 Y(-1) + 3,84011 VP(-1) - 98,784 VTxC + \\ & + 1,39847 VTxC(-1) + 0,0106 T_{xj} + 0,00558 T_{xj}(-1) + \\ & + 100,204 \end{aligned}$$

1. Grandes comentários sobre a evolução das Exportações talvez não se justifiquem. Apesar da política de fomento das exportações seguida em muitos dos anos em análise (com a desvalorização do escudo), é sabido que a dinâmica das Exportações depende, em grande parte, de factores alheios à vontade nacional.

2. Mesmo assim, haverá que registar que se mantém a contradição já referida para o Consumo Privado e o Investimento - sinais diferentes nos efeitos das várias componentes do PIB do trimestre anterior e do próprio $Y(-1)$ mas, também aqui, este último coeficiente é bastante baixo e, por certo, não anula os efeitos separados de cada uma das componentes.

3. O efeito das Exportações no trimestre anterior continua positivo. Vimos como ele era determinante, na equação que estimámos para as Exportações e seria estranho que se alterasse.

4. Uma situação curiosa é a, parece-nos que, apenas aparente, contradição dos efeitos da $VTxC$ no trimestre corrente e no trimestre anterior.

Assim, um aumento da VTxC no trimestre corrente (que, como sabemos, traduz uma revalorização do escudo) está associado a uma queda das Exportações - naturalmente e, já tínhamos a mesma situação, na equação estimada.

Entretanto, um aumento da VTxC (-1) está positivamente relacionado com as Exportações, ou seja, se a moeda se revalorizou no trimestre anterior podemos esperar que as Exportações subam no trimestre corrente - não parece difícil de admitir que, se no trimestre anterior a moeda se valorizou, houve uma queda no montante das Exportações e, esse montante poderá aumentar no trimestre corrente, sobretudo, se a moeda agora se desvalorizar.

5. O efeito positivo sobre as Exportações de uma subida da Taxa de juro, tanto no trimestre corrente, como no anterior, poderá, também, ter algum sentido económico.

Apesar de algumas distorções no funcionamento do mercado financeiro na altura (muito longe da liberalização actual) podemos admitir que o aumento da Txj contribuiu para atrair Capitais e Investimento estrangeiro, facilitando o financiamento de produções com destino ao mercado externo (destino, também, fomentado pela política de desvalorização do escudo).

A subida da Txj, como vimos, inibia, não só o Investimento, mas também, o Consumo Privado e, podemos admitir que, terá como consequência uma maior canalização dos produtos para o Resto do Mundo.

EQUAÇÃO PARA AS IMPORTAÇÕES:

$$M = 0,93805 M(-1) + 0,0285 Y(-1) + 112,94 VTxC(-1) - 97,165$$

Esta equação não sofre alterações com o cálculo da forma reduzida do modelo e já foi comentada, anteriormente, quando apresentámos a regressão estimada.

EQUAÇÃO PARA A VARIAÇÃO DO IPC:

$$\begin{aligned} VP = & - 1E-05 C(-1) - 5E-06 (I-1) - 3E-06 E(-1) + 5,3E-06 M(-1) - \\ & - 2E-06 G + 1,6E-07 Y(-1) + 0,00089 VP(-1) - 0,1154 VTxC + \\ & + 0,00033 VTxC(-1) - 0,0015 Txj + 1,3E-06 Txj(-1) + 1,17384 \end{aligned}$$

1. Continua a ser difícil de explicar a evolução dos preços. A formulação escolhida segue, uma vez mais, as necessidades de construção das matrizes para aplicação da metodologia de controlo óptimo. O "esforço" traduz-se no valor dos coeficientes, quase nulos para as vários componentes do PIB e mantendo a contradição já detectada anteriormente - sinais contraditórios para essas componentes e o $Y(-1)$. Mas, neste caso, o sinal que se obtém para o $Y(-1)$ já terá algum sentido económico, uma vez que, é mais provável a existência de uma correlação positiva entre os valores do PIB (ainda por cima, a preços correntes) e a subida dos preços, do que a situação inversa.

2. Surge aqui, entretanto, uma constatação importante. Trata-se, sublinhe-se, de explicar uma série muito "volátil" já que os preços reagem, muito rapidamente, aos efeitos imediatos e mantêm muito

pouco da inércia da evolução nos trimestres passados (como demonstraremos, quando verificarmos a estabilidade do sistema com o cálculo dos valores próprios da matriz A e, ainda, quando aplicarmos a metodologia de "decomposição" do sistema) esse fenómeno está presente nos valores dos coeficientes obtidos - valores, com algum significado, quando se trata de efeitos correntes e, praticamente nulos, sempre que dizem respeito a efeitos desfasados.

3. Embora com pouco significado, devido ao que acabámos de dizer sobre a diminuta "memória" da série, é aceitável que a inflação - medida, como sabemos, pela variação trimestral do IPC - num trimestre, esteja positivamente relacionada com a inflação no trimestre anterior.

4. Anteriormente já tentamos explicar a relação negativa, que aqui se mantém, entre a VTxC no trimestre corrente e a variação do IPC, ou seja, a revalorização do escudo parece contribuir para a descida da inflação (ou, inversamente, a desvalorização poderá provocar a subida da inflação) - repetimos o que já foi dito: a desvalorização aumenta o preços das importações e, ao canalizar os produtos para exportação, poderá contribuir para pressões da procura interna que, eventualmente, conduzirão ao aumento dos preços no mercado nacional.

5. O que surge, agora, como novo é o efeito inverso que se obtém com a VTxC no trimestre anterior. Verifica-se, assim, que o aumento da VTxC (revalorização da moeda), num trimestre, terá como efeito imediato a descida da inflação, mas, posteriormente, (se não for compensado por outra revalorização) terá o efeito contrário. Porquê? - podemos admitir que, a curto prazo, a revalorização permite aumentar as importações e dificulta a saída dos produtos para o Resto do Mundo, ou seja, mais produtos disponíveis no mercado interno, se se mantiver a procura, tenderão a baixar o nível dos preços. Mas, posteriormente, como compensação às restrições anteriores, poderá diminuir a oferta de produtos no mercado interno (com a possível queda do próprio nível do PIB, que atrás já referimos) e os preços tenderem a aumentar

(embora pouco, como indica o reduzido valor do coeficiente de $VTxC(-1)$).

Teremos oportunidade de retomar estas explicações, quando analisarmos os valores dos multiplicadores instantâneos e desfasados. Desde já, podemos aceitar que, o que acabamos de escrever tem alguma correspondência com a realidade, uma vez que, como é sabido, no intervalo que analisamos temos anos de desvalorização deliberada, coincidente com altas taxas de inflação e, sobretudo nos últimos anos, sabemos que a descida dos níveis de inflação tem sido acompanhada da política de manutenção ou, até, revalorização do escudo.

6. O efeito de curto prazo de um aumento da Txj é a queda da inflação, tal como na equação que inicialmente estimámos para a variação do IPC. Já tivemos oportunidade de referir que a subida da Txj parece contribuir para a diminuição da procura, não só do Investimento, como também, do Consumo Privado e, conseqüentemente, para a diminuição da inflação.

7. No entanto, e tal como com a $VTxC$, também o efeito no trimestre seguinte ao aumento da Txj (se não for compensado por uma nova subida) terá o sentido inverso - aumento da variação do IPC - embora com um valor diminuto (sete casas decimais!). Podemos, mesmo assim, admitir que as restrições de despesa, num trimestre, terão alguma compensação com um ligeiro aumento da procura no trimestre seguinte, o que contribuirá para uma pequena subida dos preços.

ANEXO IV

MULTIPLICADORES INSTANTÂNEOS

Os valores obtidos para os multiplicadores instantâneos que aqui reproduzimos

	G	VTxC	Txj
C	0,036	-22,12	-0,236
I	0,009	-1,795	-0,009
Y	0,339	-66,29	-0,335
V P	-2E-06	-0,1154	-0,0015

merecem-nos alguns comentários:

1) o aumento de uma unidade de Consumo Colectivo provoca um aumento de 0,036 unidades do Consumo Privado - efeito previsível, uma vez que, a subida dos gastos públicos se traduz num aumento da procura e, também, do rendimento que poderá ser utilizado em Consumo Privado;

2) o aumento de uma unidade de Consumo Colectivo provoca um aumento muito ligeiro, apenas 0,009 unidades, do Investimento Total - será natural que o aumento do rendimento, devido ao acréscimo de gastos públicos, seja utilizado em Investimento mas, como vimos anteriormente, o Investimento tem uma dinâmica muito própria e não reage, de imediato, ao efeito dos controlos, nomeadamente, do Consumo Colectivo que, como teremos oportunidade de demonstrar com a metodologia de "decomposição do sistema", não é o melhor controlo para actuar sobre o Investimento;



3) o aumento de uma unidade de Consumo Colectivo provoca uma subida de 0,339 unidades do Produto Interno Bruto - confirma-se a reacção imediata do PIB ao efeito dos controlos, aliás, o Consumo Colectivo é, como sabemos, uma das componentes do PIB e, claro que, o seu aumento se tem que traduzir na subida do próprio PIB;

4) o aumento de uma unidade de Consumo Colectivo provoca uma queda (ínfima) de -2×10^{-6} unidades da Variação Trimestral do IPC - efeito um pouco difícil de admitir, em termos económicos, uma vez que, dificilmente, um acréscimo de procura (e rendimento para utilizar em Consumo Privado e Investimento) poderá ter como efeito uma queda da variação trimestral do IPC. Claro que é uma queda bem pouco significativa, quase nula, e que se deve à própria formulação das equações. Poderemos, com maior clareza, supor que será previsível (e desejável), que o aumento dos gastos públicos não se traduza numa imediata subida da Variação do IPC.

5) o aumento de uma unidade da Variação Trimestral da Taxa de Câmbio provoca uma queda de -22,12 unidades do Consumo Privado - uma $VTxC > 1$ é sinónimo, como referimos, de uma revalorização do escudo que, se poderá traduzir num aumento das importações. Crescendo as importações (de produtos com utilizações não especificadas) será natural que diminua a procura, e despesa, em produtos nacionais, inclusivé, dos destinados a Consumo Privado.

6) o aumento de uma unidade da Variação Trimestral da Taxa de Câmbio provoca uma queda de apenas -1,795 unidades do Investimento Total - a revalorização do escudo que, como dissemos, facilita o crescimento das importações com a queda da despesa interna tem, também, efeitos ao nível do Investimento mas, em montante bem menor do que o que se verifica para o Consumo Privado. Uma vez mais, o Investimento reage ao efeito de um controlo, neste caso a $VTxC$ mas, pouco, mantendo a sua relativa autonomia face ao efeito que se provoca.

7) o aumento de uma unidade da Variação Trimestral da Taxa de Câmbio provoca uma queda muito acentuada, de -66,29 unidades do Produto Interno Bruto - situação aceitável, dada a própria definição do Produto. Com a revalorização da moeda e o crescimento das importações teremos, necessariamente, menor Produto/Despesa/Rendimento Interno. Se tivermos presente a enorme sensibilidade do PIB ao efeito dos controlos, não podemos estranhar o valor elevado deste multiplicador (e podemos, ainda, acrescentar o que veremos mais adiante - a VTxC revelou-se como o controlo preferível a utilizar para atingir a maior parte dos objectivos, entre eles o PIB).

No entanto, como veremos (e já tivemos oportunidade de referir, quando apresentámos as equações do modelo), o efeito que a VTxC exerce sobre o PIB é inibidor num primeiro momento mas, nos trimestres posteriores, de acordo com os valores obtidos para os multiplicadores desfasados, obtém-se o efeito inverso e com intensidades crescentes.

Assim, se o objectivo imediato for a subida do PIB, poder-se-á aconselhar a desvalorização da moeda (neste caso a queda da VTxC) mas, se tivermos uma desvalorização pontual, apenas num trimestre, obteremos o efeito desejado apenas nesse mesmo trimestre e, posteriormente, poder-se-á até obter o efeito inverso, ou seja, a desvalorização da moeda poderá vir a conduzir à descida dos montantes do PIB.

8) o aumento de uma unidade da Variação Trimestral da Taxa de Câmbio provoca uma queda significativa de -0,1154 unidades da Variação trimestral do IPC - é um efeito com sentido económico, uma vez que, a queda da procura interna (recordemos que o aumento da VTxC e correspondente valorização da moeda facilita as importações e, como dissemos, contribui para a descida do Consumo Privado, do Investimento Total e, sobretudo, do PIB) se poderá traduzir na queda dos preços.

Desde já, podemos reparar na aparente contradição entre o efeito que a VTxC exerce sobre os objectivos pretendidos, ou seja, se o nosso desejo for o aumento imediato dos três primeiros objectivos pretendidos (Consumo Privado, Investimento Total e PIB) será de aconselhar uma desvalorização da moeda (aqui, uma descida da VTxC) mas, nessa situação, será de prever o aumento da Variação trimestral do IPC - situação bem real em muitas economias e, parece que, também, na nossa para este período. Recordemos ainda que, se a desvalorização for apenas num trimestre, terá, instantaneamente, um efeito positivo sobre o PIB mas, contribuirá para a sua queda, nos trimestres posteriores (vejam-se, mais adiante, os valores que se obtêm para os multiplicadores desfasados).

Nesta situação, os decisores têm, necessariamente, que ponderar os efeitos previsíveis das suas decisões sobre os controlos e, como termos oportunidade de demonstrar com a aplicação da metodologia de controlo óptimo, na SEGUNDA PARTE deste trabalho, os resultados obtidos dependerão, em grande parte, das ponderações definidas na matriz K que permite diferenciar a prioridade dos objectivos entre si e, ao longo do intervalo de controlo (distinção entre dar prioridade ao curto ou ao longo prazo na obtenção desses mesmos objectivos).

9) o aumento de uma unidade da Taxa de juros das operações activas em termos reais provoca uma queda de apenas -0,236 unidades do Consumo Privado - já anteriormente referimos o efeito inibidor que a Txj parece exercer sobre o Consumo Privado e, na altura, sublinhámos o carácter administrativo da determinação das taxas de juros e a série, bem específica, que se obtém, quando tentamos analisar os seus valores em termos reais. Há, como dissemos, vários trimestres com Txj negativas e a tendência para a sua subida é bem notória nos últimos trimestres do intervalo.

10) o aumento de uma unidade da Taxa de juros das operações activas em termos reais provoca uma queda de apenas -0,009 unidades do Investimento Total - é um efeito previsível mas de montante muito pequeno, o que poderá ter duas explicações possíveis: por um lado a já referida especificidade da série da T_{xj} que utilizámos para formulação do modelo e, por outro, a, também já sublinhada, relativa autonomia do Investimento que não deixa de reagir ao efeito dos controlos mas, não muito rapidamente, nem num montante elevado.

11) o aumento de uma unidade da Taxa de juros das operações activas em termos reais provoca uma queda de -0,335 unidades do Produto Interno Bruto - também já anteriormente, tivemos oportunidade de referir o efeito inibidor que a T_{xj} exerce sobre a procura interna que se traduz numa queda do Produto/Despesa/Rendimento. O valor relativamente elevado deste multiplicador, uma vez mais, traduz a receptividade do PIB ao efeito dos controlos. No entanto, é um efeito muito menor do que o que obtivemos para a VT_{xC} , confirmando ser, este último, o controlo que melhor consegue influenciar a evolução do PIB.

12) o aumento de uma unidade da Taxa de juros das operações activas em termos reais provoca uma pequena queda, apenas -0,0015 unidades da Variação Trimestral do IPC - tal como para a VT_{xC} , mas, com menor intensidade, o efeito de restrição sobre os outros três objectivos e, de uma forma geral, sobre o mercado interno terá, necessariamente, que se traduzir numa queda dos preços.

Também aqui, se verifica a contradição inerente à obtenção dos valores desejáveis para os quatro objectivos, simultaneamente, e as decisões terão que se basear nas ponderações atribuídas a cada um deles (valores da matriz K , como veremos mais adiante, na SEGUNDA PARTE deste trabalho).

ANEXO V

QUADRO 1

P =	C			AC			A^2 C			A^3 C			A^4 C			A^5 C			A^6 C		
	0,0358	-22,1	-0,24	0,036	-25,7	-0,24	0,038	-20,7	-0,24	0,039	-16,1	-0,25	0,04	-11,8	-0,25	0,042	-7,79	-0,26	0,043	-3,94	-0,27
	0,0092	-1,79	-0,01	0,01	75,44	0	0,011	70,16	-0,01	0,012	65,42	-0,02	0,013	61,12	-0,03	0,014	57,24	-0,04	0,015	53,73	-0,05
	0,3395	-66,3	-0,34	0,051	-61,9	-0,33	0,058	14,72	-0,34	0,061	16,79	-0,35	0,063	20,13	-0,36	0,066	23,38	-0,38	0,068	26,56	-0,39
	-2E-06	-0,12	0	0	5E-04	2E-06	0	0	3E-06	0	0	3E-06	0	0	3E-06	0	0	3E-06	0	0	3E-06
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
determ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

QUADRO 2

M =	EC			EAC			EA ² C			EA ³ C		
	0,0358	-22,115664	-0,236393	0,0363	-25,67	-0,2394	0,0376	-20,68	-0,24	0,039	-16,13	-0,2
	0,0092	-1,7946279	-0,009075	0,0103	75,44	-0,003	0,0112	70,156	-0,01	0,0121	65,416	0
	0,3395	-66,288476	-0,335202	0,0507	-61,88	-0,3296	0,0583	14,721	-0,34	0,0605	16,785	-0,4
	-2E-06	-0,1154421	-0,001539	-4E-07	0,0005	2,4E-06	-4E-07	-1E-04	3E-06	-4E-07	-1E-04	0
determ.	4E-19	0,1621176	0,000114	3E-23	4E-19	-2E-24	2E-25	3E-21	0	5E-28	8E-25	0

QUADRO 2 (Continuação)

EA ⁴ C			EA ⁵ C			EA ⁶ C			D		
0,04	-11,84	-0,253	0,04	-7,79	-0,259	0,043	-3,94	-0,27	0	0	0
0,01	61,12	-0,03	0,01	57,24	-0,039	0,015	53,7	-0,05	0	0	0
0,06	20,131	-0,365	0,07	23,38	-0,378	0,068	26,6	-0,39	0	0	0
0	-1E-04	3E-06	0	0	3E-06	0	0	3E-06	0	0	0
0	4E-25	2E-30	0	0	2E-32	0	0	0			

QUADRO 3

N =	EA			EAC			EA^2 C			EA^3 C			EA^4 C		
	0,035805	-22,11566	-0,23639	0,036344	-25,67369	-0,239427	0,03761335	-20,67513	-0,24322	0,03895	-16,12979	-0,248	0,0404	-11,84	-0,253
	0,009191	-1,794628	-0,00907	0,0103	75,44037	-0,003019	0,01117488	70,15642	-0,01243	0,012056	65,41572	-0,021	0,0129	61,12	-0,03
	0,339483	-66,28848	-0,3352	0,050673	-61,87925	-0,329606	0,05828676	14,72116	-0,34069	0,060544	16,78517	-0,352	0,063	20,131	-0,365
	-2,5E-06	-0,115442	-0,00154	-3,7E-07	0,000455	2,43E-06	-4,2897E-07	-0,000108	2,51E-06	-4,5E-07	-0,000124	3E-06	-5E-07	-1E-04	3E-06
	0	0	0	0,035805	-22,11566	-0,236393	0,03634393	-25,67369	-0,23943	0,037613	-20,67513	-0,243	0,039	-16,13	-0,248
	0	0	0	0,009191	-1,794628	-0,009075	0,01029957	75,44037	-0,00302	0,011175	70,15642	-0,012	0,0121	65,416	-0,021
	0	0	0	0,339483	-66,28848	-0,335202	0,0506735	-61,87925	-0,32961	0,058287	14,72116	-0,341	0,0605	16,785	-0,352
	0	0	0	-2,5E-06	-0,115442	-0,001539	-3,7294E-07	0,000455	2,43E-06	-4,3E-07	-0,000108	3E-06	-4E-07	-1E-04	3E-06
	0	0	0	0	0	0	0,03580518	-22,11566	-0,23639	0,036344	-25,67369	-0,239	0,0376	-20,68	-0,243
	0	0	0	0	0	0	0,00919081	-1,794628	-0,00907	0,0103	75,44037	-0,003	0,0112	70,156	-0,012
	0	0	0	0	0	0	0,33948256	-66,28848	-0,3352	0,050673	-61,87925	-0,33	0,0583	14,721	-0,341
	0	0	0	0	0	0	-2,4985E-06	-0,115442	-0,00154	-3,7E-07	0,000455	2E-06	-4E-07	-1E-04	3E-06
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,035805	-22,11566	-0,236	0,0363	-25,67	-0,239
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,009191	-1,794628	-0,009	0,0103	75,44	-0,003
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,339483	-66,28848	-0,335	0,0507	-61,88	-0,33
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2,5E-06	-0,115442	-0,002	-4E-07	0,0005	2E-06
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0358	-22,12	-0,236
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0092	-1,795	-0,009
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3395	-66,29	-0,335
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2E-06	-0,115	-0,002
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
determ.	-1E-121	-2E-122	1E-139	-3E-155	5,6E-171	-3E-190	1,613E-206	-1,4E-221	1,2E-239	-2E-255	-5E-271				

QUADRO 3 (Continuação)

EA^5 C	EA^6 C	EA^7 C	EA^8 C	EA^9 C	EA^10 C	EA^11 C	EA^12 C	EA^13 C
0,0419 -7,787 -0,3	0,043 -3,94 -0,3	0,05 -0,28 -0,3	0,05 3,22 -0,3	0,05 6,57 -0,3	0,05 9,8 -0,3	0,05 12,9 -0,31	0,05 16 -0,32	0,06 18,9 -0,33
0,0138 57,24 0	0,015 53,73 0	0,02 50,58 -0,1	0,02 47,7 -0,1	0,02 45,2 -0,1	0,02 42,9 -0,08	0,02 40,9 -0,09	0,02 39,2 -0,09	0,02 37,6 -0,101
0,0656 23,38 -0,4	0,068 26,56 -0,4	0,07 29,7 -0,4	0,07 32,8 -0,4	0,08 35,9 -0,4	0,08 39 -0,46	0,08 42,1 -0,47	0,09 45,2 -0,49	0,09 48,3 -0,512
-5E-07 -2E-04 0	-5E-07 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 3E-06	0 0 4E-06	0 0 4E-06
0,0404 -11,84 -0,3	0,042 -7,79 -0,3	0,04 -3,94 -0,3	0,05 -0,3 -0,3	0,05 3,22 -0,3	0,05 6,57 -0,29	0,05 9,8 -0,3	0,05 12,9 -0,31	0,05 16 -0,319
0,0129 61,12 0	0,014 57,24 0	0,01 53,73 0	0,02 50,6 -0,1	0,02 47,7 -0,1	0,02 45,2 -0,07	0,02 42,9 -0,08	0,02 40,9 -0,09	0,02 39,2 -0,093
0,063 20,13 -0,4	0,066 23,38 -0,4	0,07 26,56 -0,4	0,07 29,7 -0,4	0,07 32,8 -0,4	0,08 35,9 -0,44	0,08 39 -0,46	0,08 42,1 -0,47	0,09 45,2 -0,492
-5E-07 -1E-04 0	-5E-07 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 3E-06	0 0 3E-06	0 0 4E-06
0,039 -16,13 -0,2	0,04 -11,8 -0,3	0,04 -7,79 -0,3	0,04 -3,9 -0,3	0,05 -0,3 -0,3	0,05 3,22 -0,28	0,05 6,57 -0,29	0,05 9,8 -0,3	0,05 12,9 -0,308
0,0121 65,42 0	0,013 61,12 0	0,01 57,24 0	0,01 53,7 0	0,02 50,6 -0,1	0,02 47,7 -0,06	0,02 45,2 -0,07	0,02 42,9 -0,08	0,02 40,9 -0,086
0,0605 16,79 -0,4	0,063 20,13 -0,4	0,07 23,38 -0,4	0,07 26,6 -0,4	0,07 29,7 -0,4	0,07 32,8 -0,42	0,08 35,9 -0,44	0,08 39 -0,46	0,08 42,1 -0,473
-4E-07 -1E-04 0	-5E-07 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 3E-06	0 0 3E-06	0 0 3E-06
0,0376 -20,68 -0,2	0,039 -16,1 -0,2	0,04 -11,8 -0,3	0,04 -7,8 -0,3	0,04 -3,9 -0,3	0,05 -0,3 -0,27	0,05 3,22 -0,28	0,05 6,57 -0,29	0,05 9,8 -0,298
0,0112 70,16 0	0,012 65,42 0	0,01 61,12 0	0,01 57,2 0	0,01 53,7 0	0,02 50,6 -0,05	0,02 47,7 -0,06	0,02 45,2 -0,07	0,02 42,9 -0,078
0,0583 14,72 -0,3	0,061 16,79 -0,4	0,06 20,13 -0,4	0,07 23,4 -0,4	0,07 26,6 -0,4	0,07 29,7 -0,41	0,07 32,8 -0,42	0,08 35,9 -0,44	0,08 39 -0,455
-4E-07 -1E-04 0	-4E-07 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 3E-06	0 0 3E-06	0 0 3E-06
0,0363 -25,67 -0,2	0,038 -20,7 -0,2	0,04 -16,1 -0,2	0,04 -12 -0,3	0,04 -7,8 -0,3	0,04 -3,9 -0,27	0,05 -0,3 -0,27	0,05 3,22 -0,28	0,05 6,57 -0,289
0,0103 75,44 0	0,011 70,16 0	0,01 65,42 0	0,01 61,1 0	0,01 57,2 0	0,01 53,7 -0,05	0,02 50,6 -0,05	0,02 47,7 -0,06	0,02 45,2 -0,07
0,0507 -61,88 -0,3	0,058 14,72 -0,3	0,06 16,79 -0,4	0,06 20,1 -0,4	0,07 23,4 -0,4	0,07 26,6 -0,39	0,07 29,7 -0,41	0,07 32,8 -0,42	0,08 35,9 -0,438
-4E-07 5E-04 0	-4E-07 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 3E-06	0 0 3E-06	0 0 3E-06
0,0358 -22,12 -0,2	0,036 -25,7 -0,2	0,04 -20,7 -0,2	0,04 -16 -0,2	0,04 -12 -0,3	0,04 -7,8 -0,26	0,04 -3,9 -0,27	0,05 -0,3 -0,27	0,05 3,22 -0,28
0,0092 -1,795 0	0,01 75,44 0	0,01 70,16 0	0,01 65,4 0	0,01 61,1 0	0,01 57,2 -0,04	0,01 53,7 -0,05	0,02 50,6 -0,05	0,02 47,7 -0,063
0,3395 -66,29 -0,3	0,051 -61,9 -0,3	0,06 14,72 -0,3	0,06 16,8 -0,4	0,06 20,1 -0,4	0,07 23,4 -0,38	0,07 26,6 -0,39	0,07 29,7 -0,41	0,07 32,8 -0,422
-2E-06 -0,115 0	-4E-07 5E-04 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 3E-06	0 0 3E-06	0 0 3E-06
0 0 0	0,036 -22,1 -0,2	0,04 -25,7 -0,2	0,04 -21 -0,2	0,04 -16 -0,2	0,04 -12 -0,25	0,04 -7,8 -0,26	0,04 -3,9 -0,27	0,05 -0,3 -0,273
0 0 0	0,009 -1,79 0	0,01 75,44 0	0,01 70,2 0	0,01 65,4 0	0,01 61,1 -0,03	0,01 57,2 -0,04	0,01 53,7 -0,05	0,02 50,6 -0,055
0 0 0	0,339 -66,3 -0,3	0,05 -61,9 -0,3	0,06 14,7 -0,3	0,06 16,8 -0,4	0,06 20,1 -0,36	0,07 23,4 -0,38	0,07 26,6 -0,39	0,07 29,7 -0,406
0 0 0	-2E-06 -0,12 0	0 5E-04 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 3E-06	0 0 3E-06	0 0 3E-06
0 0 0	0 0 0	0,04 -22,1 -0,2	0,04 -26 -0,2	0,04 -21 -0,2	0,04 -16 -0,25	0,04 -12 -0,25	0,04 -7,8 -0,26	0,04 -3,9 -0,265
0 0 0	0 0 0	0,01 -1,79 0	0,01 75,4 0	0,01 70,2 0	0,01 65,4 -0,02	0,01 61,1 -0,03	0,01 57,2 -0,04	0,01 53,7 -0,047
0 0 0	0 0 0	0,34 -66,3 -0,3	0,05 -62 -0,3	0,06 14,7 -0,3	0,06 16,8 -0,35	0,06 20,1 -0,36	0,07 23,4 -0,38	0,07 26,6 -0,391
0 0 0	0 0 0	0 -0,12 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 3E-06	0 0 3E-06	0 0 3E-06

QUADRO 4

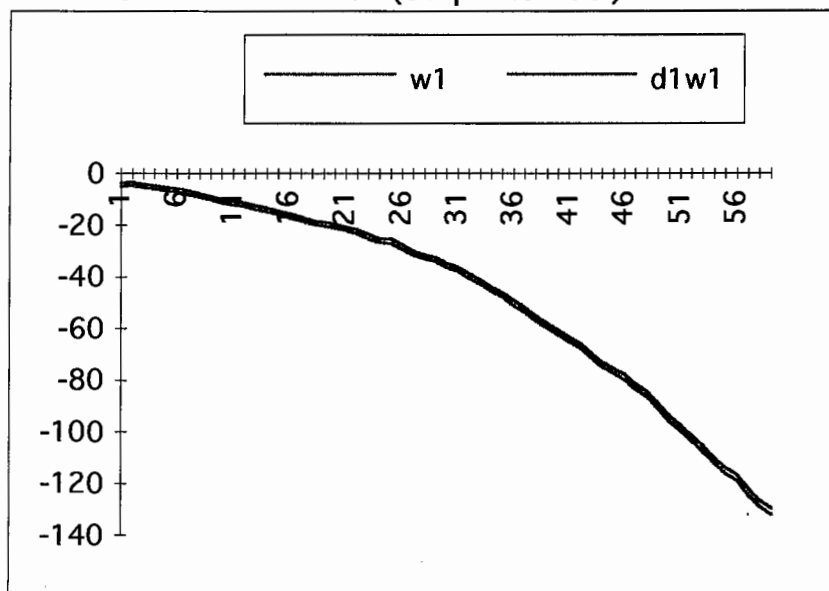
CONTROLABILIDADE DO CONSUMO COLECTIVO							
EC1	EAC1	EA^2C1	EA^3C1	EA^4C1	EA^5C1	EA^6C1	
0,03581	0,0363	0,0376133	0,03895	0,0404	0,0419	0,04345	
0,00919	0,0103	0,0111749	0,012056	0,0129	0,0138	0,01474	
0,33948	0,0507	0,0582868	0,060544	0,063	0,0656	0,06831	
-2,5E-06	-4E-07	-4,29E-07	-4,46E-07	-5E-07	-5E-07	-5E-07	
determ. -9E-30 2E-29 -1,49E-32 3,39E-33							
CONTROLABILIDADE DA VAR. TX. DE CÂMBIO							
EC2	EAC2	EA^2C2	EA^3C2	EA^4C2	EA^5C2	EA^6C2	
-22,1157	-25,67	-20,675132	-16,12979	-11,84	-7,787	-3,94	
-1,79463	75,44	70,156415	65,41572	61,12	57,236	53,7312	
-66,2885	-61,88	14,721163	16,78517	20,131	23,377	26,563	
-0,11544	0,0005	-0,0001083	-0,000124	-1E-04	-2E-04	-0,0002	
determ. 1904,17 3E-15 -1,37E-17 -1,3E-18							
CONTROLABILIDADE DA TAXA DE JUROS							
EC3	EAC3	EA^2C3	EA^3C3	EA^4C3	EA^5C3	EA^6C3	
-0,23639	-0,239	-0,2432243	-0,247729	-0,253	-0,259	-0,2654	
-0,00907	-0,003	-0,0124258	-0,02146	-0,03	-0,039	-0,0468	
-0,3352	-0,33	-0,3406925	-0,352234	-0,365	-0,378	-0,3915	
-0,00154	2E-06	2,507E-06	2,59E-06	3E-06	3E-06	2,9E-06	
determ. 9,7E-10 8E-28 -7,56E-31 -7,6E-32							



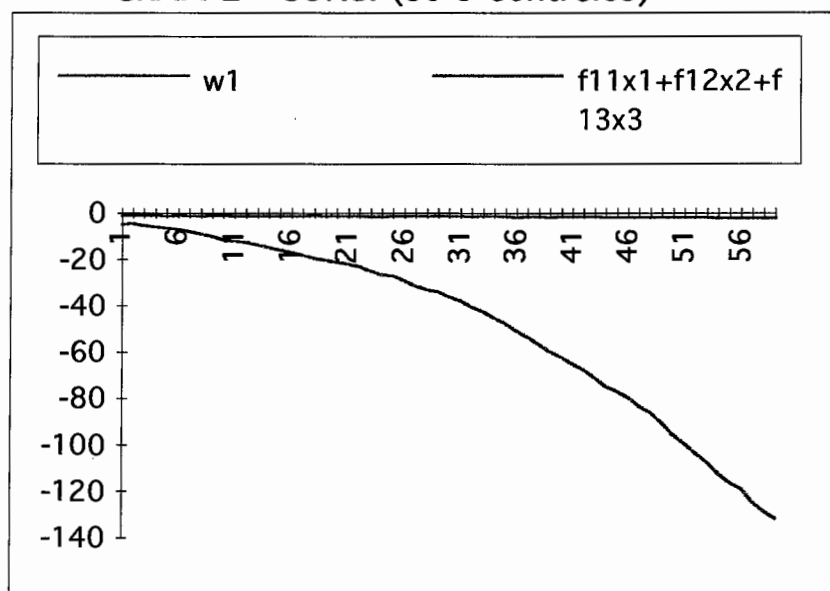
ANEXO VI

GRÁFICOS QUE SE OBTÊM COM A APLICAÇÃO DA
METODOLOGIA DA "DECOMPOSIÇÃO" DO SISTEMA

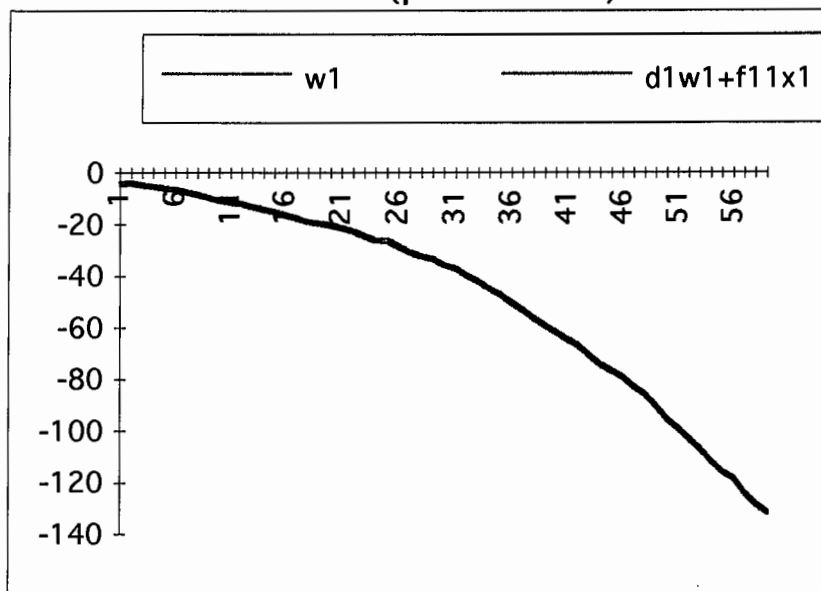
GRAF. 1 - CONS. (só parte aut.)



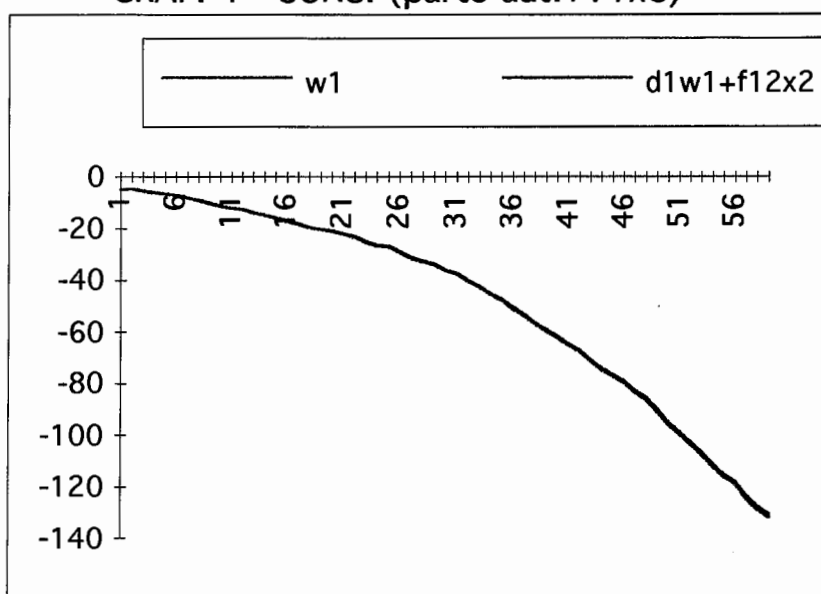
GRAF. 2 - CONS. (só 3 controles)



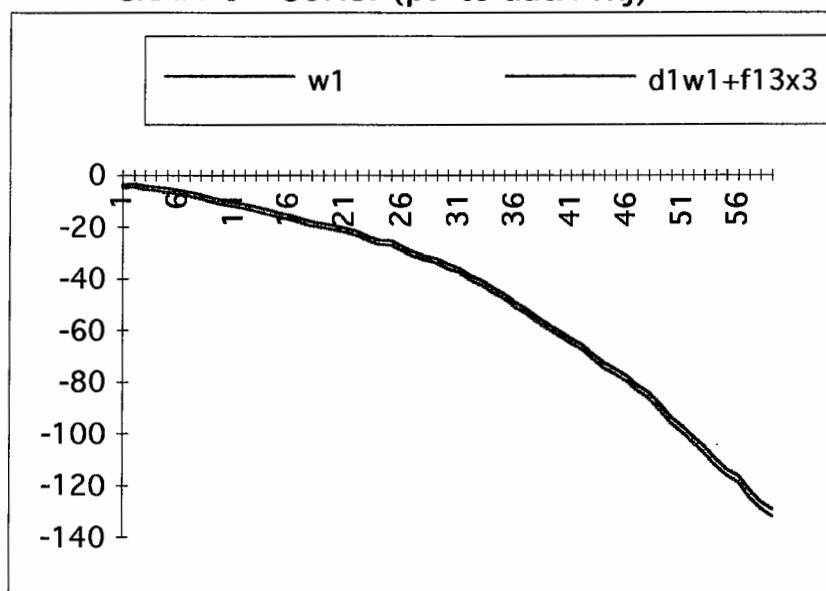
GRAF. 3 - CONS. (parte aut.+G)



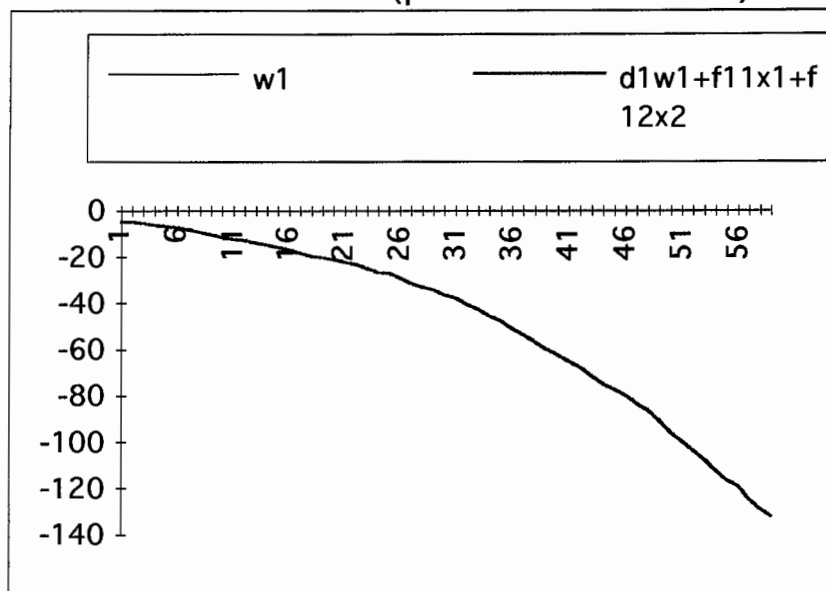
GRAF. 4 - CONS. (parte aut.+VTxC)



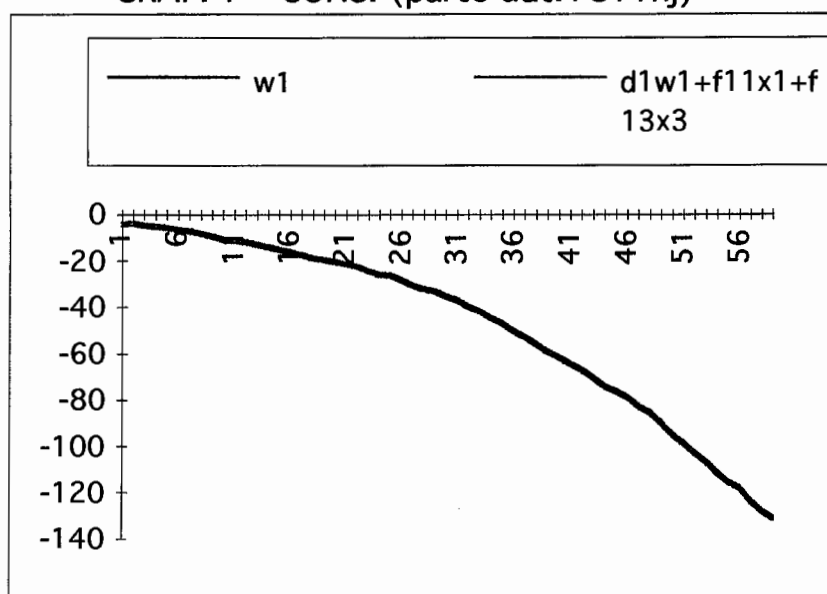
GRAF. 5 - CONS. (parte aut.+Txj)



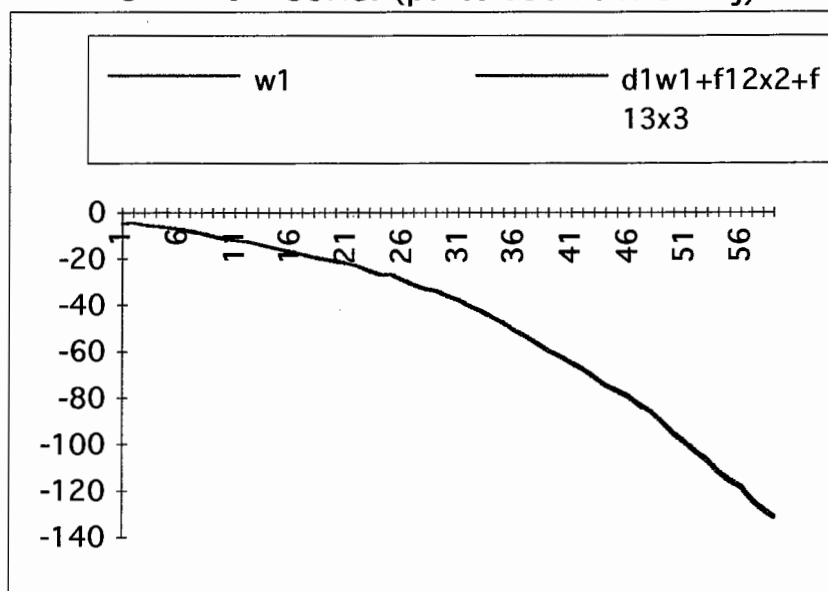
GRAF. 6 - CONS. (parte aut.+G + VTxC)



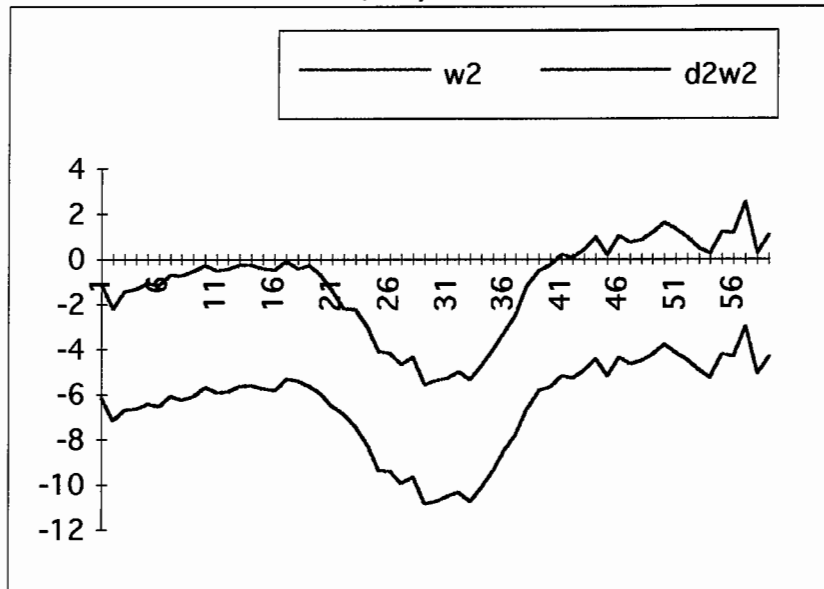
GRAF. 7 - CONS. (parte aut.+G+Txj)



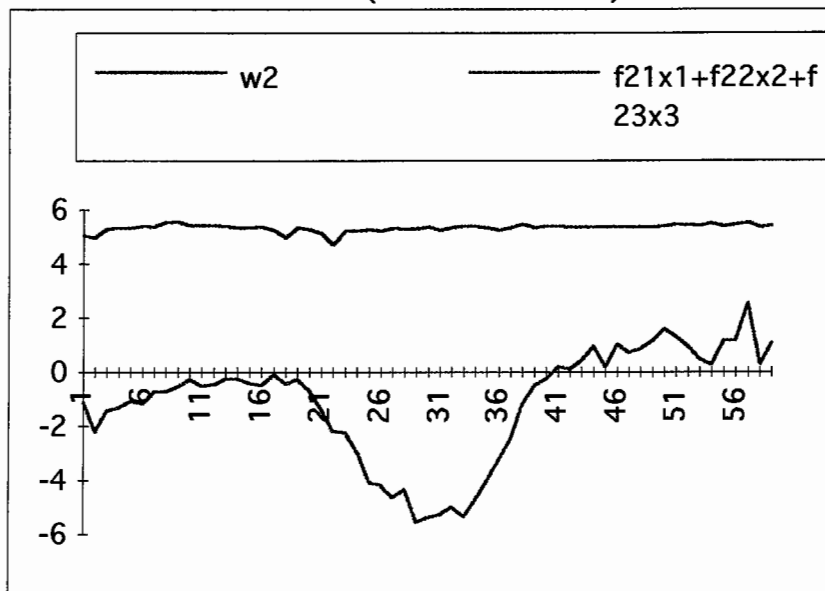
GRAF. 8 - CONS. (parte aut.+VTxC+Txj)



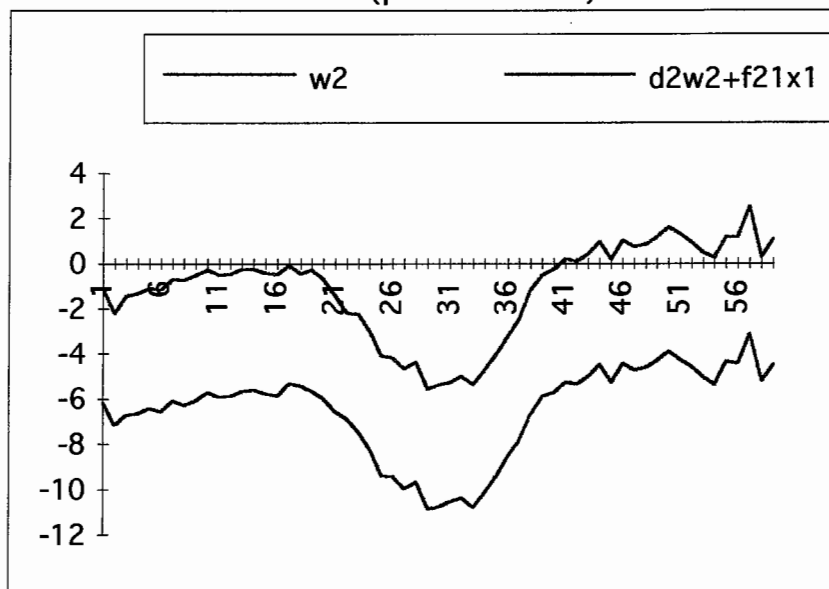
GRAF. 9 - INV. (só parte aut.)



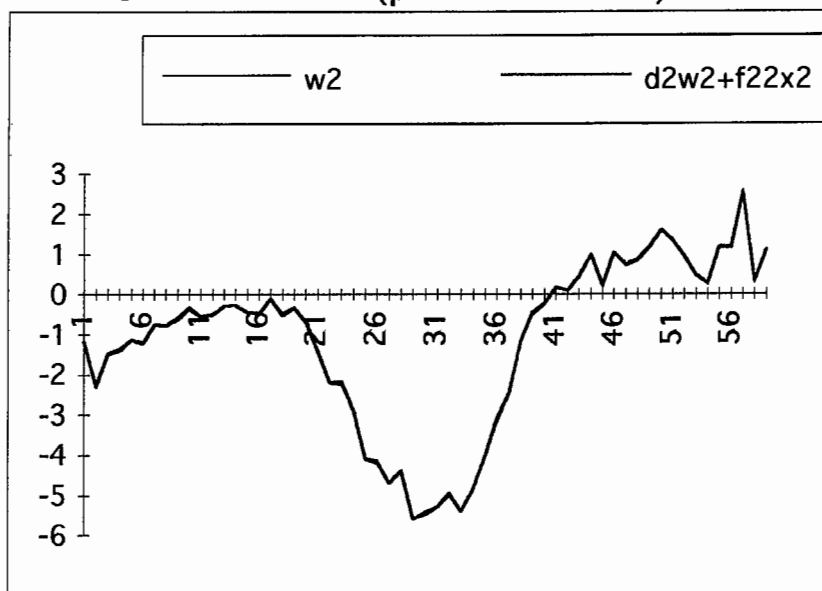
GRAF.10 - INV. (só 3 controles)



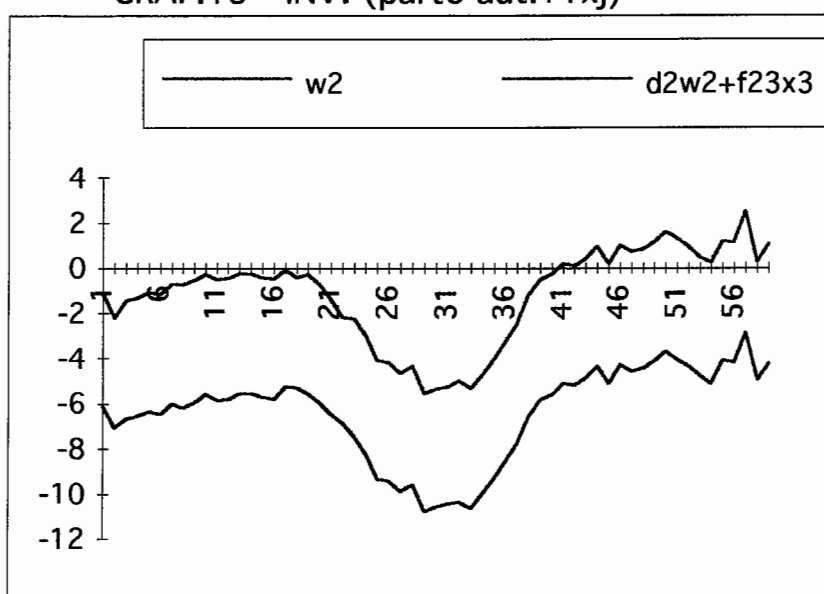
GRAF.11 - INV. (parte aut.+G)



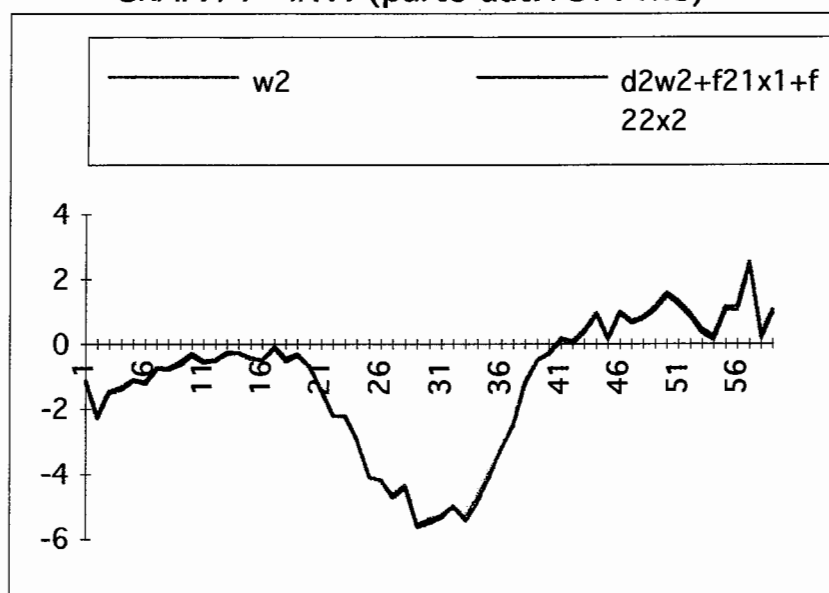
GRAF. 12 - INV. (parte aut.+VTxC)



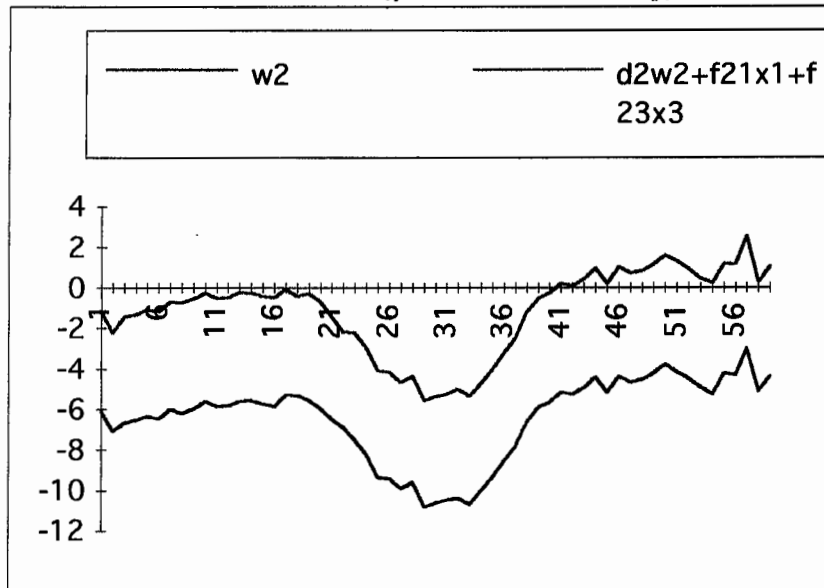
GRAF.13 - INV. (parte aut.+Txj)



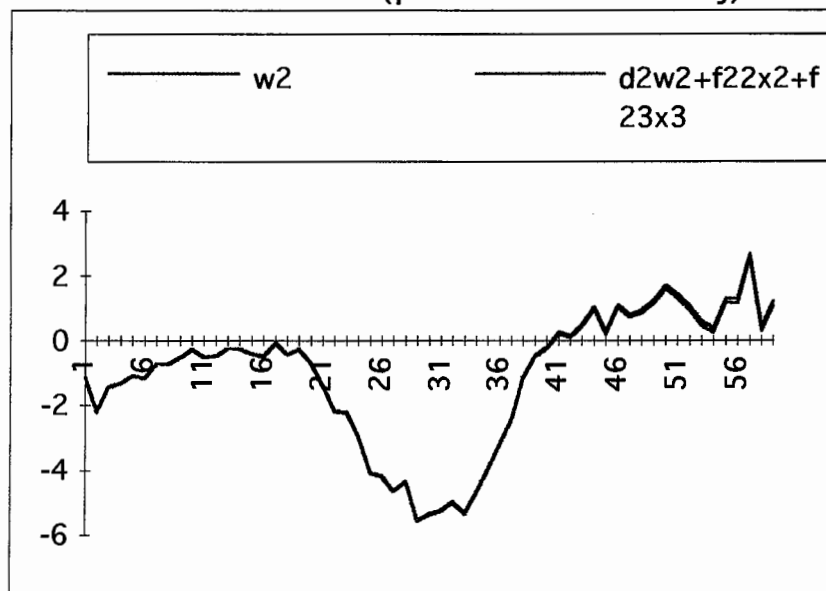
GRAF.14 - INV. (parte aut.+G+VTxC)



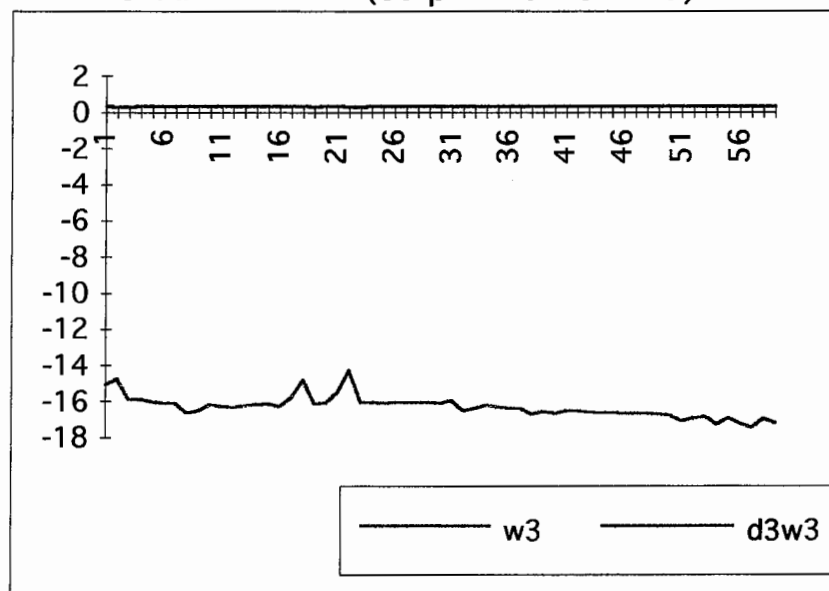
GRAF. 15 - INV. (parte aut.+G+Txj)



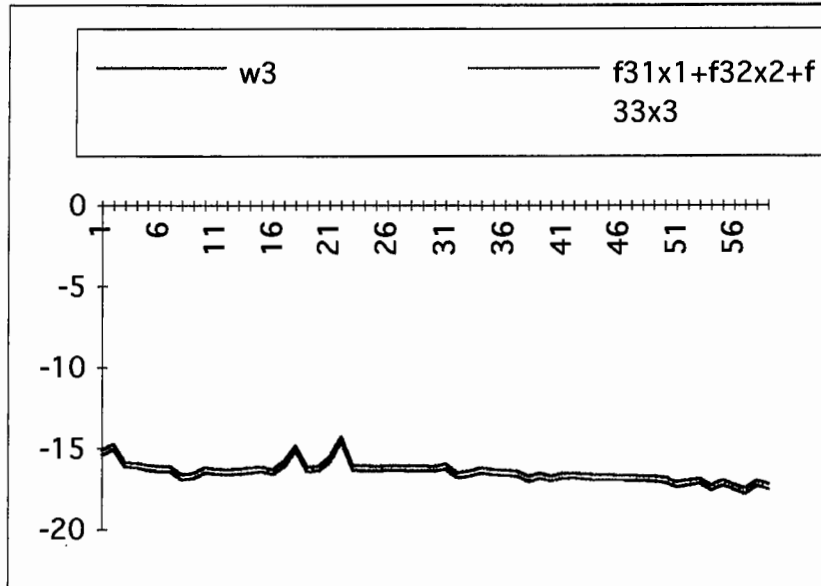
GRAF. 16 - INV. (parte aut.+VTxC+Txj)



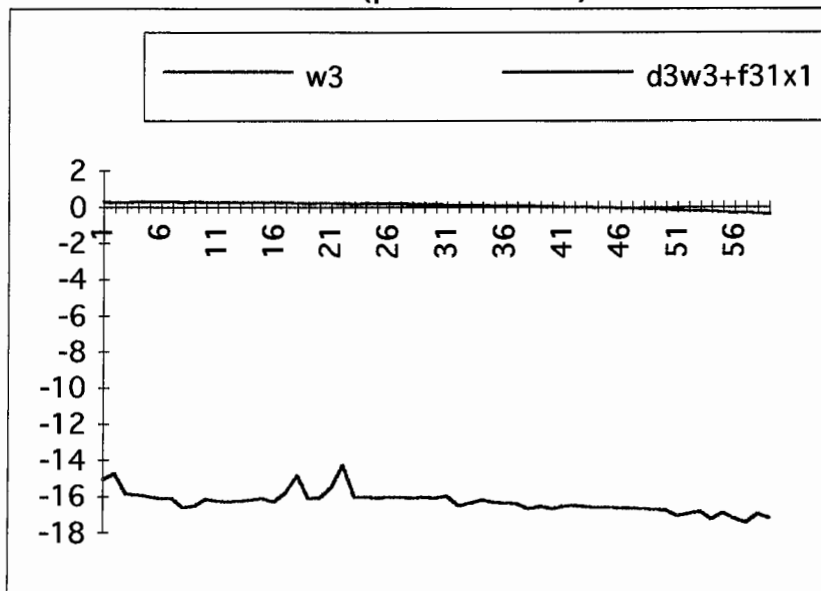
GRAF. 17 - PIB (só parte autónoma)



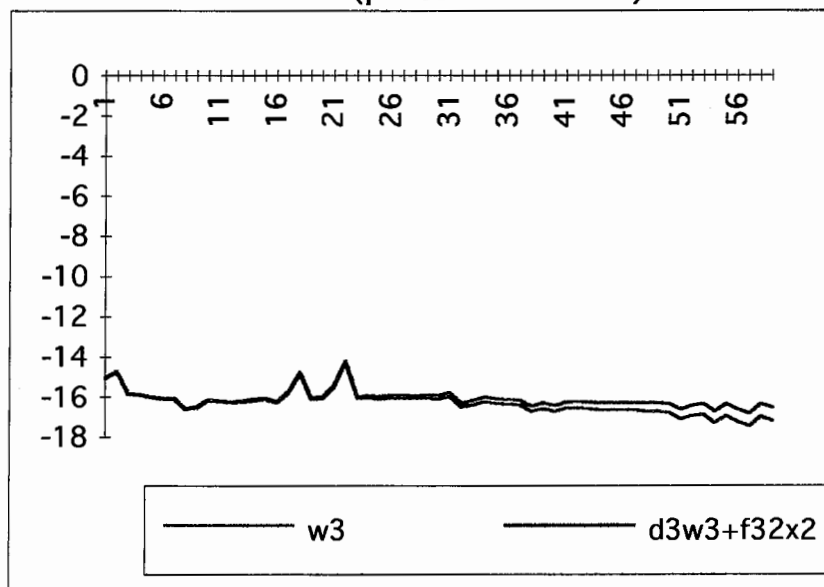
GRAF. 18 - PIB (só 3 controles)



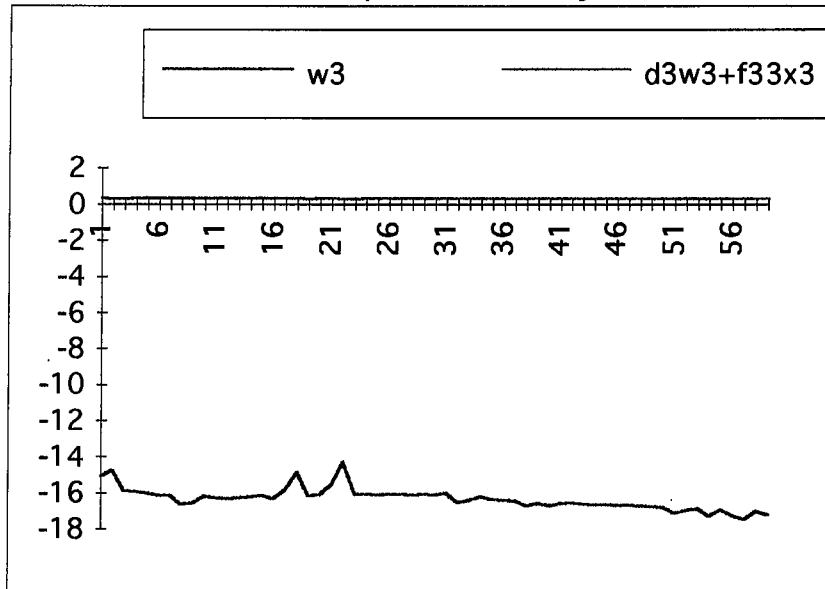
GRAF. 19 - PIB (parte aut.+G)



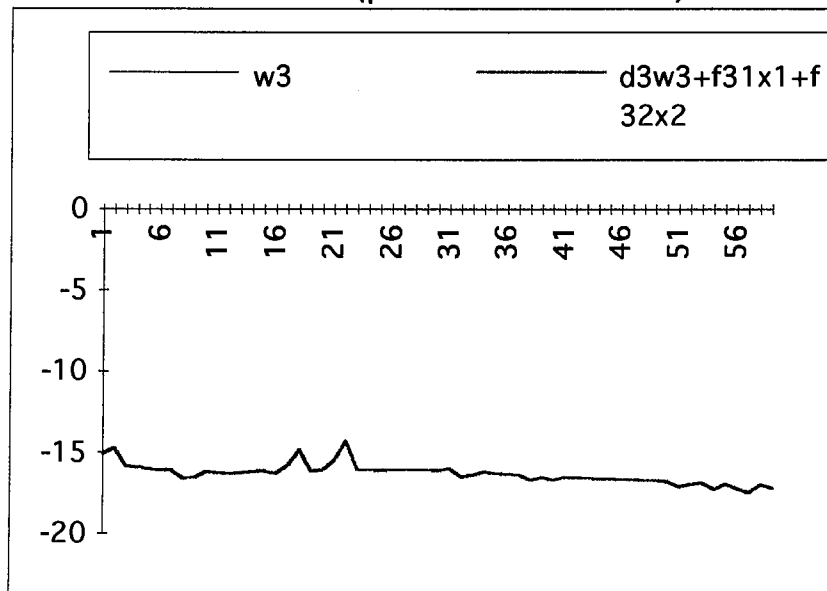
GRAF.20 - PIB (parte aut.+VTxC)



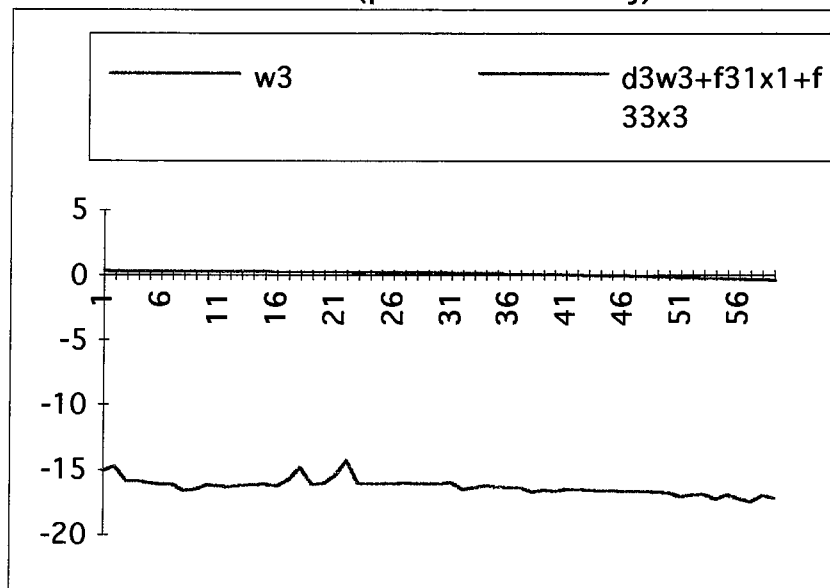
GRAF.21 - PIB (parte aut.+Txj)



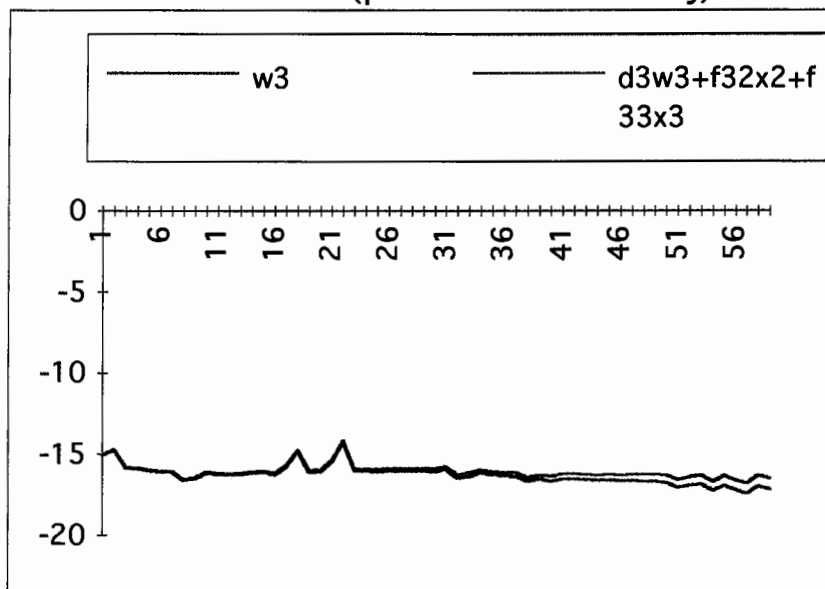
GRAF.22 - PIB (parte aut.+G+VTxC)



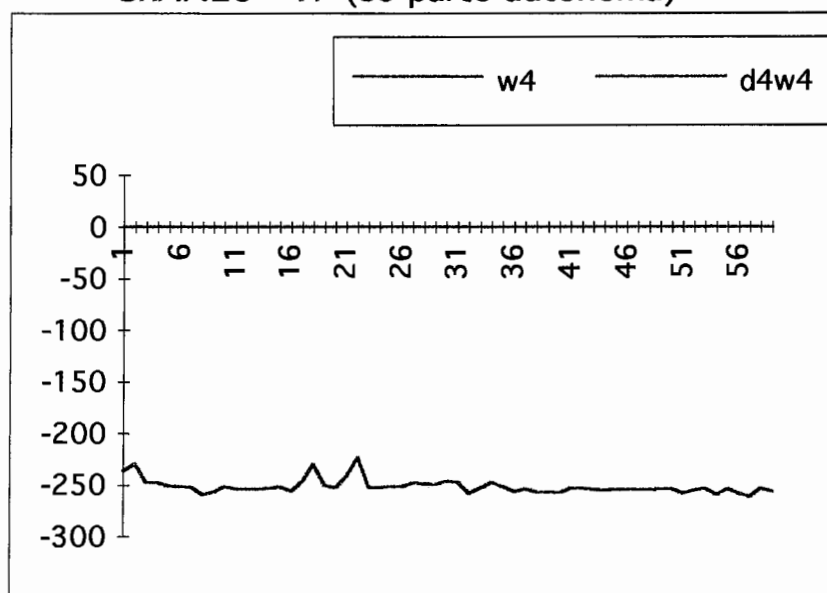
GRAF.23 - PIB (parte aut.+G+Txj)



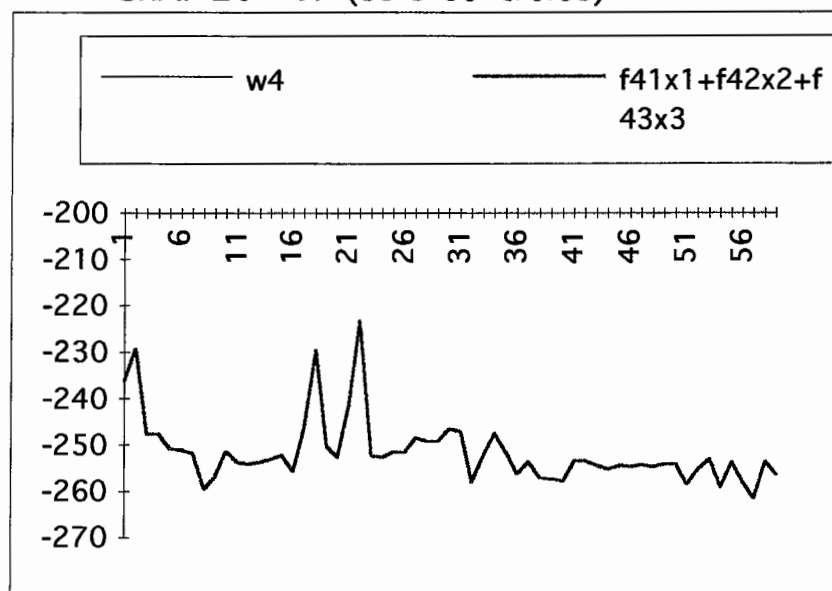
GRAF.24 - PIB (parte aut.+VTxC+Txj)



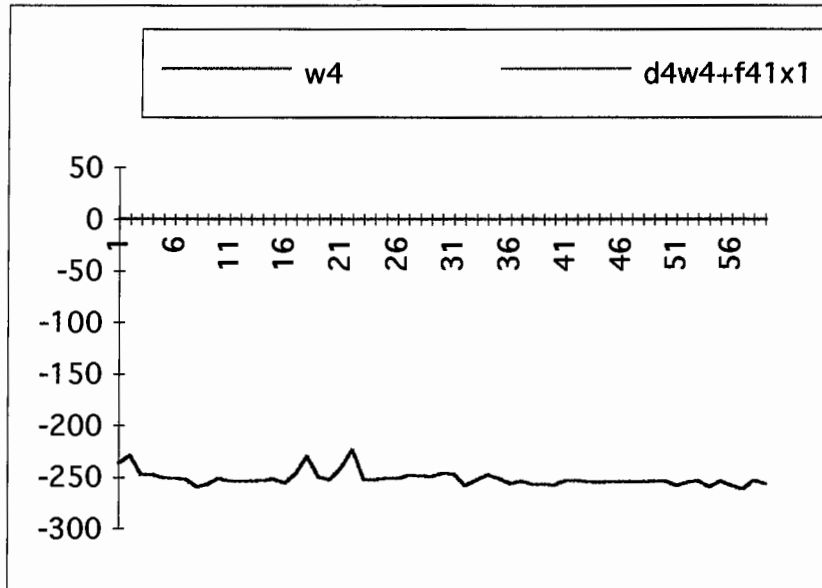
GRAF.25 - VP (só parte autónoma)



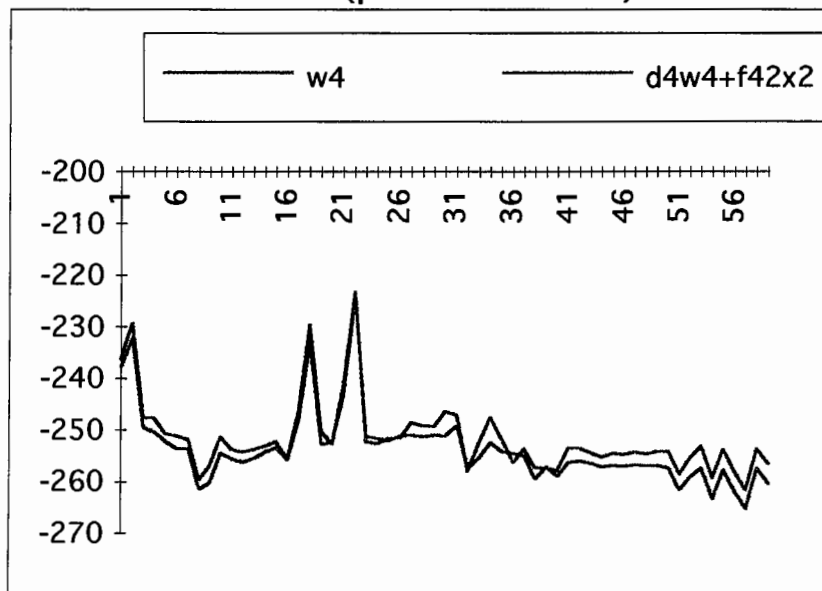
GRAF.26 - VP (só 3 controles)



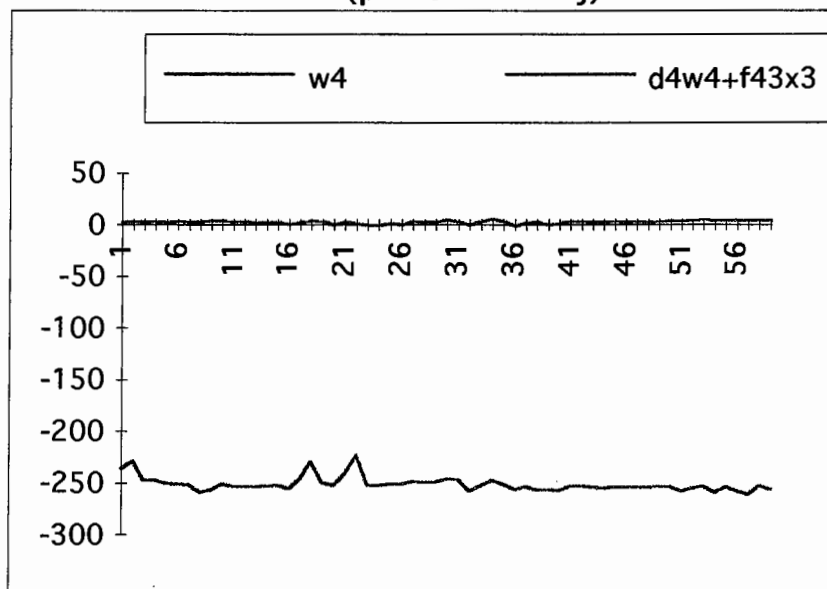
GRAF.27 - VP (parte aut.+G)



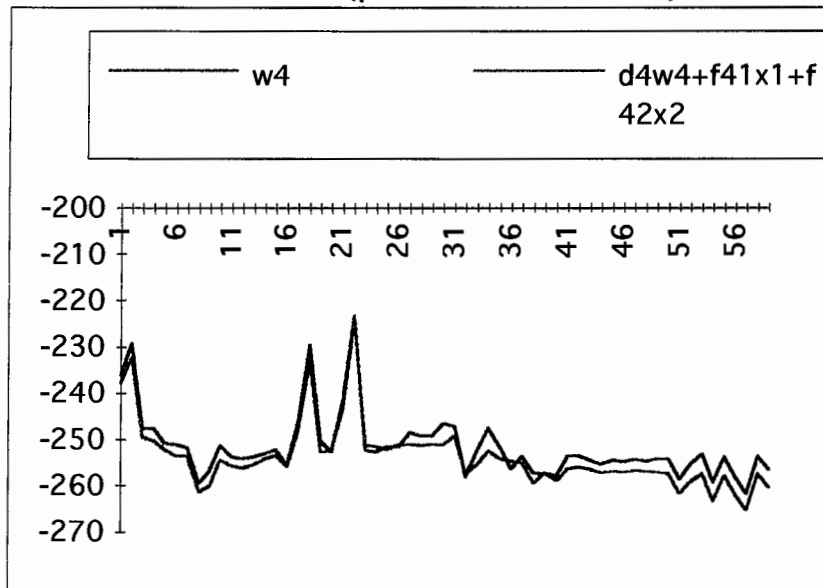
GRAF.28 - VP (parte aut.+VTxC)



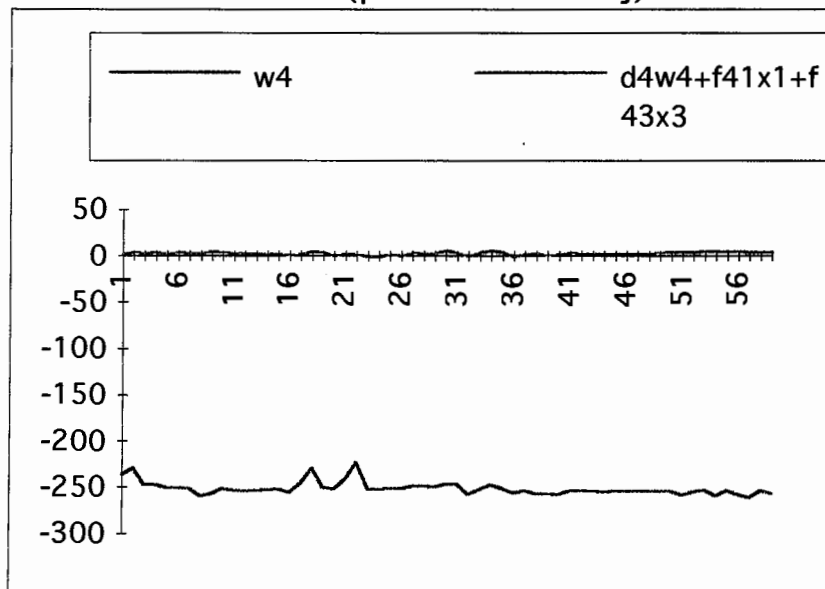
GRAF.29 - VP (parte aut.+Txj)



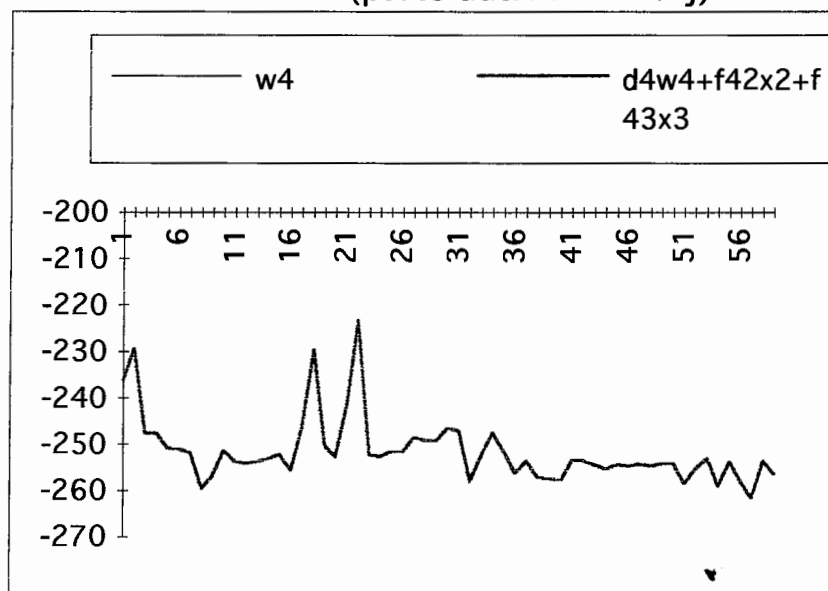
GRAF.30 - VP (parte aut.+G+VTxC)



GRAF.31 - VP (parte aut.+G+Txj)



GRAF.32 - VP (parte aut.+VTxC+Txj)



SEGUNDA PARTE

Utilizando o modelo que estimámos e apresentámos no Capítulo III da PRIMEIRA PARTE do nosso trabalho, iremos agora formular e resolver um problema de controlo óptimo que nos permitirá analisar e retirar possíveis conclusões sobre algumas medidas da política económica, seguida em Portugal entre 1978 e 1992.

No primeiro ponto desta SEGUNDA PARTE, formularemos o problema a resolver, relembrando as características gerais do modelo que admitimos como representativo do funcionamento do sistema económico, recordaremos a metodologia de cálculo das regras de controlo e especificaremos a função objectivo a incluir no problema.

Nos três pontos seguintes desta SEGUNDA PARTE, apresentaremos os cálculos efectuados e os resultados obtidos na resolução do problema em diferentes situações para aplicação da metodologia:

- na SITUAÇÃO I, seguiremos de perto uma das metodologias propostas por G. Chow, optando pela ponderação (com valores atribuídos à diagonal da matriz K) não só dos quatro objectivos mas, também, dos três controlos que endogeneizamos;

- na SITUAÇÃO II, adaptaremos a metodologia de base às características do nosso modelo e das regras de controlo já obtidas e analisaremos a reacção do sistema à imposição deliberada de valores para dois dos controlos (Variação da Taxa de Câmbio e Taxa de juro);

- finalmente, na SITUAÇÃO III, continuaremos a adaptar a metodologia aos propósitos da nossa análise, admitindo intervalos de variação dos dois controlos exógenos - UT_{C} e T_{XJ} - e, construindo Ensaios com as alternativas de definição dos valores dos controlos, procuraremos retirar conclusões sobre o efeito das combinações desses controlos na evolução do sistema.

1. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE CONTROLO ÓPTIMO

Pela análise das propriedades do modelo que estimámos foi-nos possível concluir, no CAPÍTULO III da PRIMEIRA PARTE do nosso trabalho, que ele se poderá adequar à formulação e resolução de um problema de controlo óptimo para análise de algumas medidas da política económica, seguida em Portugal entre 1978 e 1992.

Assim, assegurada a controlabilidade output (dos objectivos) do sistema sabemos que deverá ser possível formular sequências de controlos, capazes de conduzirem os objectivos para valores que considerarmos melhores do que os que o sistema atingiria autonomamente.

Entretanto, como vimos, duas questões se colocam:

1^a) Sabemos que existem sequências de controlos capazes de orientar o sistema, e temos ideia de quais os controlos que, em princípio, exercerão maior influência sobre cada um dos objectivos. Mas, falta-nos ainda quantificar essas sequências de controlos a seguir para uma melhor orientação do sistema. Para o conseguir, sabemos que será necessário definir as regras de controlo que, introduzidas no sistema, consigam alterar o seu comportamento e conduzi-lo na direcção que pretendemos.

2^a) Se desejamos atingir valores melhores para os objectivos temos, também, que os quantificar, ou seja, definir uma função para os objectivos.

Recordando o modelo que admitimos para caracterizar o comportamento do sistema económico, agora com uma formulação em termos estocásticos, temos:

$$y_t = A y_{t-1} + C x_t + b_t + u_t$$

onde:

y_t = vector $n \times 1$ = $(m+r) \times 1$ (aqui, 7×1) das variáveis de estado onde se incluem as m variáveis objectivo que, no nosso caso, recordemos, são o Consumo Privado, o Investimento Total, o Produto Interno Bruto e a Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor, e ainda, as r variáveis de controlo que endogeneizamos - o Consumo Colectivo, a Variação trimestral da Taxa de Câmbio e a Taxa de juro das operações activas em termos reais;

A e C = matrizes de coeficientes constantes de dimensões $n \times n$ (7×7) e $n \times r$ (7×3), respectivamente;

x_t = vector $r \times 1$ (3×1) das variáveis de controlo (G , $VTxC$ e Txj);

b_t = vector $n \times 1$ (7×1) onde se incluem as evoluções autónomas dos objectivos (coeficientes constantes das equações estimadas) e os efeitos das variáveis exógenas não sujeitas a controlo - Importações e Exportações;

u_t = vector $n \times 1$ (7×1) das perturbações aleatórias de média 0 e matriz de covariâncias V , e que é independente de u_s ($t \neq s$), vector que agora se inclui porque o problema se formula em termos estocásticos.

Para respondermos às duas questões anteriores que, como vimos, equivalem à resolução do problema, adaptaremos a metodologia de G. Chow que apresentámos no final do Capítulo II da PRIMEIRA PARTE.

1.1. Determinação das Regras de Controlo

Na resolução do problema de controlo óptimo, utilizaremos regras de controlo (funções de reacção) do tipo:

$$x_t = G_t y_{t-1} + g_t$$

onde, recorde-se:

G_t = matriz de dimensão $r \times n$ (3×7) dos valores que indicam a forma possível de definição da actuação dos controlos para se conseguir uma melhor aproximação dos objectivos pretendidos e

g_t = vector $r \times 1$ (3×1) da evolução autónoma das variáveis de controlo.

A utilização de funções de reacção deste tipo, incluindo, explicitamente, a evolução autónoma dos controlos, presente no anterior vector g_t , pressupõe, desde logo, que os decisores admitem limitações à sua possibilidade de definição dos valores dos controlos.

Assim, para além da evolução autónoma das próprias variáveis objectivo e do efeito das outras variáveis não sujeitas a qualquer controlo, no nosso exemplo, as Importações e Exportações, que incluímos no vector b_t do modelo utilizado para representação do sistema económico, os próprios controlos estarão sujeitos às influências dos outros agentes económicos e não apenas à vontade dos decisores da política económica.

A introdução de uma função de reacção deste tipo, no sistema anterior, conduz-nos à expressão que define a evolução do sistema sob efeito dos controlos:

$$y_t = (A + CG_t) y_{t-1} + Cg_t + b_t + u_t$$

Assim, a actuação dos controlos far-se-á sentir ao nível do que podemos admitir como a parte estrutural do sistema, através da

matriz $R = A + CG$, que indicará a possibilidade de o sistema poder vir a convergir para a trajectória desejada, se todos valores próprios de R forem inferiores à unidade, e ainda, uma parte de influências conjunturais, presente no produto da matriz dos multiplicadores instantâneos e da variação autónoma dos controlos (Cg_t).

A presença destes controlos, naturalmente, não elimina a influência da evolução autónoma dos objectivos e das Exportações e Importações (vector b_t) nem de todos os outros factores aleatórios que poderão actuar sobre o sistema (vector u_t).

Conscientes das incertezas presentes com uma formulação deste tipo, para resolução do problema de controlo óptimo começamos por determinar os valores da matriz G e do vector g , a incluir na função de reacção, como se de um problema determinista se tratasse.

Seguindo as fórmulas utilizadas por G. Chow (1975, 1981) que se baseiam no resultados da Programação Dinâmica, como referimos no final do Capítulo II, iniciamos os cálculos no momento final, T , do intervalo de controlo - no nosso caso, o último trimestre de 1992 - e vamos recuando no intervalo de tempo, até ao momento inicial (segundo trimestre de 1978) resolvendo os seguintes pares de equações:

$$G_t = -(C'H_tC)^{-1} C'H_tA$$

$$H_t = K_t + (A+CG_{t+1})' H_{t+1} (A+CG_{t+1})$$

e

$$g_t = -(C'H_tC)^{-1} C'(H_tb_t - h_t)$$

$$h_t = K_ta_t + (A+CG_{t+1})' (h_{t+1} - H_{t+1}b_{t+1})$$

utilizando as seguintes condições iniciais:

$$H_T = K_T = \beta^T K \quad \text{e} \quad h_T = K_T a_T$$

sendo:

a_t = vector dos valores dos objectivos no trimestre t

T = trimestre final (4º trimestre 1992)

K_t = matriz diagonal, semi-definida positiva, de dimensão igual aos vectores y_t e a_t , com as ponderações que atribuímos a cada um dos objectivos seleccionados e que vamos especificar com a expressão:

$$K_t = \beta^t K$$

onde:

β = factor de desconto, que indicará a ponderação temporal que atribuímos aos objectivos ao longo do intervalo de controlo - naturalmente que, quanto mais baixo for o seu valor, maiores as preocupações com os valores dos objectivos no curto prazo e, inversamente, um β elevado acentuará a intensidade das ponderações atribuídas aos objectivos no final do intervalo.

1.2. Formulação da Função Objectivo

Para seleccionarmos a melhor regra de controlo que, como sabemos, equivalerá à escolha da melhor solução possível, iremos procurar minimizar a média da perda esperada ($\text{Min } E W$), ao longo de todo o intervalo de controlo (de 0 a T), perda essa que se determina como a diferença entre os valores observados (y_t) e os valores desejados (a_t), com a ponderação que lhes atribuímos (K_t).

Seguimos, assim, uma função objectivo com a seguinte formulação:

$$\text{Min } E W = E 1/T \left[\sum_0^T (y_t - a_t)' K_t (y_t - a_t) \right]$$

A aplicação desta fórmula pressupõe, naturalmente que, num primeiro momento, se quantifiquem os objectivos (a_t) que nos propomos atingir.

Será sempre difícil adoptarmos os valores que as autoridades decisoras tomaram como metas da sua política económica, pois, mesmo que algumas os tenham quantificado, no período que analisamos, sucederam-se vários governos, com distintas preocupações.

No nosso exemplo, tentamos ultrapassar esta dificuldade estabelecendo nós os valores que admitiremos para as variáveis objectivo.

Com o modelo estimado, vamos definir objectivos variáveis para os montantes do Consumo Privado, do Investimento Total e do Produto Interno Bruto - admitimos como objectivos valores sempre 5% superiores aos valores das séries reais²⁰. Quanto à Variação do IPC - estabelecemos um valor constante como objectivo em todo o intervalo, valor esse que admitimos igual à média das variações reais verificadas ao longo do intervalo. (QUADRO 1 do ANEXO de Quadros e Gráficos desta SEGUNDA PARTE).

Tendo presentes as características da função objectivo adoptada e a definição das matrizes K_t , das ponderações atribuídas aos objectivos, introduziremos diferenciações nessas ponderações, quer

²⁰ Objectivos que poderão parecer demasiado optimistas e que conduzem, naturalmente, a séries de média superior às reais, no entanto, como podemos comprovar pelo QUADRO 1 do ANEXO desta SEGUNDA PARTE, há muitos trimestres em que as séries reais crescem mais de 5%.

através da matriz K inicial, dando diferentes prioridades à obtenção de cada um dos objectivos, quer através dos valores do factor de desconto β , que se traduzirá na diferente valorização temporal desses mesmos objectivos.

Na resolução do problema teremos também presente a estrutura do modelo escolhido, onde, recorde-se, incluímos além dos quatro objectivos e dos três controlos, ainda duas variáveis não sujeitas a qualquer controlo (Exportações e Importações) e admitimos a influência de factores aleatórios que actuam sobre o sistema.

Tendo escolhido um modelo com quatro objectivos e apenas três controlos, sabemos que não será possível a aplicação do Princípio do "Equivalente Certo" em que se baseia G. Chow para propor a decomposição do problema na parte determinista e na parte estocástica²¹.

Também não pretendemos seguir a forma de resolução proposta, por exemplo, por Briant e alii (1993) que, como vimos, nos obrigaria à determinação da distribuição de probabilidades das variáveis residuais do modelo e da respectiva matriz de variâncias e covariâncias e a ensaiar um número suficientemente elevado de hipóteses que pudessemos considerar aleatórias para podermos comparar as respectivas soluções.

O que faremos será, a partir das fórmulas anteriores para determinação das regras de controlo e das funções objectivo, introduzir hipóteses para a definição e valorização dos controlos que nos permitam retirar algumas conclusões sobre o seu possível efeito para a obtenção dos objectivos, aos quais, como dissemos, também atribuímos hipóteses diferentes de valorização.

Distinguiremos, assim, três formas de aplicação da metodologia, supondo, na SITUAÇÃO I, que os decisores se limitam a calcular as

²¹ Metodologia seguida na tese, já aqui referida, de V. Martins (1983) que se baseia no cálculo prévio da matriz de variâncias-covariâncias do modelo estimado.

regras de controlo e a introduzi-las no sistema, aceitando, sem reservas, os valores obtidos para os controlos. A única preocupação com os valores dos controlos será a sua valorização, com as ponderações definidas pela diagonal da matriz K_t - o que implicará a prévia definição de valores desejáveis para os controlos e, posteriormente, se o desejarmos, a valorização dos desvios obtidos pelo cálculo da perda média, não só para os objectivos mas, também, para os controlos.

Na SITUAÇÃO II, admitiremos que os decisores só não podem controlar os valores do Consumo Colectivo e que estão interessados em conhecer a reacção do sistema à eventual imposição de valores para a Variação da Taxa de Câmbio e Taxa de Juros²².

Posteriormente, na SITUAÇÃO III, continuaremos a admitir que o Consumo Colectivo é determinado pela resolução do problema e analisaremos o comportamento do sistema definindo intervalos de variação para os outros dois controlos (Variação da Taxa de Câmbio e Taxa de juros) calculando os resultados a que nos conduzem com uma análise de tipo "preço sombra".

²² Situação que, como sabemos, em Portugal não se afastou demasiado da realidade se tivermos presente que, em muitos trimestres do intervalo em análise, se fixou, administrativamente, o valor da Taxa de Câmbio. Quanto às Taxas de juro, elas foram também definidas pelas autoridades decisoras (mas, naturalmente, apenas em termos administrativos; no nosso modelo utilizamos a Taxa de juro das operações activas em termos reais).

2. RESOLUÇÃO DO PROBLEMA - SITUAÇÃO I

Nesta primeira SITUAÇÃO, como referimos, vamos valorizar a perda, não só dos valores definidos como objectivos mas também o afastamento dos controlos em relação aos valores que consideramos desejáveis.

Ao contrário do que admitiremos nas situações posteriores, na SITUAÇÃO I, os controlos que se obtêm são resultado directo da aplicação das fórmulas sem intervenção directa do decisor.

Para valores desejáveis dos controlos definimos (uma vez mais com arbitrariedade) para o Consumo Colectivo mais 4% do que os montantes verificados na série real, a Variação da Taxa de Câmbio é admitida como muito próxima da real (valores reais x 0,999) e, para a Taxa de Juros²³ - sempre menos um ponto do que as taxas reais mas, não admitimos valores negativos, nos trimestres em que as taxas reais foram negativas impomos taxas iguais a um) - QUADRO 2 do ANEXO desta SEGUNDA PARTE.

Escolheremos, ainda, várias hipóteses de valorização e ponderação dos objectivos seguindo a fórmula

$$K_t = \beta^t K$$

que, como dissemos, admite a introdução de variações não só das ponderações atribuídas aos vários objectivos (e, neste caso, também aos controlos) pela especificação da matriz K inicial, e ainda a sua diferenciação temporal pelos valores atribuídos ao factor de desconto β .

²³ Recordemos as orientações gerais para as tendências dos controlos que obtivemos no Capítulo III - de uma forma geral, parece ser preferível a subida do Consumo Colectivo e a descida da Variação da Taxa de Câmbio e da Taxa de juros. No entanto, como teremos oportunidade de demonstrar mais adiante nesta SEGUNDA PARTE, nem sempre estas tendências gerais se confirmarão em todas as situações. O efeito conjunto dos três controlos sobre todos os objectivos, com diferentes ponderações, conduzirá a valores de controlo específicos que teremos oportunidade de comentar.

Nesta primeira SITUAÇÃO, seguiremos oito hipóteses de ponderação dos objectivos e controlos:

- 1) igual ponderação a todos
- 2) prioridade ao Consumo Privado
- 3) " ao Investimento Total
- 4) " ao PIB
- 5) " à Variação do IPC
- 6) " ao Consumo Colectivo
- 7) " à Variação da Taxa de Câmbio
- 8) " à Taxa de Juros

Na primeira hipótese (de igual ponderação a todos os objectivos e controlos) começamos por admitir um factor de desconto $\beta = 1$, ou seja, mantemos a intensidade da valorização dos objectivos constante ao longo de todo o intervalo de controlo.

Posteriormente, vamos considerar seis alternativas, começando por atribuir maior intensidade ao final do intervalo e diminuindo gradualmente, com os seguintes valores para o factor de desconto:

- a) $\beta = 1,05$
- b) $\beta = 0,95$
- c) $\beta = 0,75$
- d) $\beta = 0,5$
- e) $\beta = 0,25$

Nas sete hipóteses seguintes, começaremos, também, por admitir um $\beta=1$ e, só admitiremos uma outra alternativa de intensidade de valorização dos objectivos com:

- a) $\beta = 0,5$.

2.1. SITUAÇÃO I-hipótese 1)

Com esta hipótese, como foi referido, ponderam-se igualmente todos os objectivos partindo da seguinte matriz:

$$K = \begin{matrix} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix}$$

matriz que, obviamente, se manterá constante ao longo de todo o intervalo quando admitimos um $\beta = 1$.

Para a obtenção da Função de Reacção (Regra de Controlo)

$$x_t = G_t y_{t-1} + g_t$$

resolvemos os pares de equações anteriormente definidos, começando no momento final (no nosso modelo, o último trimestre de 1992) e, recuando no intervalo de controlo, até ao momento inicial - o segundo trimestre de 1978.

No QUADRO 3 (do ANEXO desta SEGUNDA PARTE) apresentamos os resultados obtidos, onde se verifica a convergência dos valores da matriz G a partir da 12ª iteração. Considerá-la-emos constante ao longo de todo o intervalo. O que, não se mantém constante, como também podemos verificar pelo mesmo Quadro, é o vector g_t que, como dissemos, representa a variação autónoma dos três controlos e confirma, desde já, a influência limitada que se poderá atribuir aos decisores na definição dos valores com a metodologia adoptada.

A introdução destes valores no modelo que define o comportamento do sistema económico

$$y_t = (A + CG) y_{t-1} + (b_t + Cg_t)$$

obedece às condições de convergência, uma vez que os valores próprios da matriz que designamos por R, e que se define por $R=A+CG$, são todos, em módulo, inferiores à unidade (QUADRO 4).

A resolução da equação anterior, conduz-nos à solução do problema com os resultados que apresentamos nos QUADROS 5-11 e GRÁFICOS 1-7 ²⁴.

Os resultados obtidos refletem algumas das características do modelo que referimos no Capítulo III da PRIMEIRA PARTE.

Assim, o Consumo Privado reage à aplicação simultânea dos três controlos e, situa-se ligeiramente abaixo dos objectivos, ao longo de quase todo o intervalo. O Investimento apresenta valores bastante superiores aos objectivos em quase todo o intervalo, só descendo abaixo da série real no 2º trimestre de 1989, mas, a média geral é muito superior à média dos objectivos. O PIB ultrapassa ligeiramente os objectivos em quase todo o intervalo e só desce um pouco abaixo da série desejada no último terço do intervalo. A variação do IPC é, na primeira parte, bastante inferior à variação real e sobe depois, ultrapassando-a nos últimos três anos, conseguindo, no entanto, uma média inferior à real.

Quanto aos controlos, o Consumo Colectivo, é inferior ao real nos primeiros dois terços e, na última parte, situa-se acima, não só dos valores reais mas, também, dos que estabelecemos como desejáveis. Em compensação, a Variação da Taxa de Câmbio só apresenta alguns picos irrealistas logo no início e depois no final do intervalo, de uma forma geral, os valores são perfeitamente aceitáveis, apenas

²⁴ Nesta, e em todas as situações posteriores, só apresentamos os dados até ao último trimestre de 1991 já que, algumas vezes, os dados relativos a 1992 surgem bastante distorcidos.

com maiores oscilações do que a série real (que, recordemos, aqui é quase coincidente com a que definimos como desejável). Ao nível da Taxa de juros é que os resultados são bem piores - poucos são os valores que podemos considerar realistas.

De uma forma geral, podemos afirmar que a imposição simultânea dos três controlos acaba por prejudicar ligeiramente a obtenção dos valores desejados para o Consumo Privado mas, conduz-nos a resultados muito aceitáveis para as outras três variáveis objectivo.

Ao nível dos valores dos controlos, a descida forçada dos valores do Consumo Colectivo, em muitos trimestres do intervalo, acompanhada muitas vezes de uma valorização da moeda (subida da Variação trimestral da Taxa de Câmbio), reflete-se, também, nos valores exagerados que se obtêm para a Taxa de juros.

Esta divergência da Taxa de juros não será de estranhar se tivermos, ainda, presentes outras conclusões retiradas no Capítulo III.

Logo na análise das regressões estimadas para construção do modelo constatámos que, apesar das reservas devidas aos elevados valores dos desvios-padrão que se obtêm para os coeficientes da Taxa de juros, a subida da Taxa de juros parece contribuir, em parte, para a queda do Investimento mas, terá, sobretudo, uma grande influência ao nível da queda da Variação do IPC.

O efeito inibidor que a subida da Taxa de juros parece exercer sobre os outros dois objectivos (Consumo Privado e PIB) foi também referido nas equações que se obtêm a partir da forma reduzida do modelo.

Entretanto, quando aplicámos a metodologia de "decomposição" do sistema pudemos também constatar que, dos três controlos, a Taxa de juro se revelou sempre o menos adequado para conseguir controlar sozinha a evolução de qualquer um dos objectivos. No entanto, se conjugada com apenas um dos controlos, a aplicação da

Taxa de juro conduzia a resultados bastante razoáveis, sobretudo, se fosse juntamente com a Variação da Taxa de Câmbio.

No caso da Variação do IPC, temos uma situação curiosa - a Txj conduz a um resultado desastroso, se for conjugada com o Consumo Colectivo mas, consegue um controlo quase perfeito da evolução dos preços se, mais uma vez, for aplicada juntamente com a Variação da Taxa de Câmbio.

Se tivermos ainda presente que, nesta primeira abordagem à aplicação da metodologia, se admite a utilização dos três controlos em simultâneo, mas, sem quaisquer restrições aos seus valores - limitámo-nos a atribuir-lhes ponderações ao nível da matriz K (o que se traduzirá num aumento do valor da perda total que adiante calculamos) e a definir os valores que considerámos aceitáveis para a sua evolução - talvez não nos possamos admirar dos resultados obtidos.

Para terminar o ensaio desta hipótese falta-nos apenas calcular o valor da perda média seguindo a fórmula da função objectivo

$$\text{Min } E W = E \frac{1}{T} \left[\sum_0^T (y_t - a_t)' K_t (y_t - a_t) \right]$$

No caso presente, como podemos verificar no QUADRO 12, a perda média relativa apenas às variáveis-objectivo é 18 510,36 e, se tivermos também em consideração o afastamento dos controlos dos valores que considerámos desejáveis sobe para 20 346,86.

2.1.1. SITUAÇÃO I - hipótese 1) - a)

$$\beta = 1,05$$

Passamos a analisar as alternativas que definimos com esta hipótese 1 (de igual ponderação a todas as variáveis incluídas no vector y_t , que se traduz na utilização de uma matriz K com uma diagonal de sete valores iguais à unidade), começando pela alternativa a) onde, como já definimos, utilizamos um factor de desconto $\beta = 1,05$, o que reflete um aumento da intensidade que atribuímos aos objectivos (e controlos) à medida que nos aproximamos do final do intervalo.

No último trimestre (que, na apresentação dos resultados, consideramos o último trimestre de 1991) a matriz K será:

$$K_{54} = \begin{matrix} & 13,9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & 0 & 13,9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & 0 & 0 & 13,9 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 13,9 & 0 & 0 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 13,9 & 0 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 13,9 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 13,9 \end{matrix}$$

Repetindo a metodologia anterior, temos no QUADRO 13, a nova matriz G, constante a partir da 8ª iteração, e os respectivos vectores g. A introdução da matriz G agora obtida não parece prejudicar a convergência dos resultados, já que, os valores próprios da nova matriz $R = A + CG$ são, também em módulo, todos inferiores à unidade (QUADRO 14).

Os resultados obtidos (QUADROS 15-22 e GRÁFICOS 8-14) não diferem muito dos que obtivemos anteriormente, com $\beta = 1$.

Pela comparação dos desvios-padrão (D-P) - calculados entre os valores da série que se obtém com a introdução dos controlos e a série dos objectivos - verificamos que, o Consumo se afasta agora um pouco mais dos objectivos (o D-P passa de 40,42 para 42,36) e, contrariamente, o Investimento se aproxima (o D-P era 102,61 e agora é 99,77), ou seja, apesar de o factor de desconto β passar apenas de 1 para 1,05 e de a matriz das ponderações K se manter inalterada, a maior intensidade atribuída ao final do intervalo

reflete-se também na prioridade ao Investimento em detrimento do Consumo.

Os outros dois objectivos, o PIB e a Variação do IPC, afastam-se também ligeiramente mais dos objectivos.

Ao nível dos controlos, mantém-se a tendência para um ligeiro aumento da dispersão, o que só piora a situação da Txj, aqui também, com poucos valores que se possam considerar admissíveis.

A maior diferença em relação à hipótese anterior, surge, como seria de prever, ao nível dos valores da perda média que são agora 107 989,3 (só objectivos) e 116 020,2 (com controlos), sendo notório o aumento das perdas à medida que nos aproximamos do final do intervalo (com o aumento dos valores das ponderações na matriz K) - QUADRO 22.

É, no entanto, uma diferença que nos deverá merecer alguma reflexão, desde logo, pelo tipo de média proposta pela metodologia de base para o cálculo do valor da perda. Trata-se de uma média simples, que não toma em consideração a influência determinante do valor atribuído ao factor de desconto β .

Tentando atenuar o efeito do valor escolhido para o factor de desconto no cálculo da perda média, ensaiamos o cálculo de uma média ponderada, com a aplicação do seguinte ponderador:

$$\frac{1 - \beta^T}{1 - \beta}$$

No caso presente, os valores agora obtidos para a perda média ponderada são consideravelmente menores que os anteriores, sendo 22 534,8 (só para os objectivos) e 24 210,7 (objectivos e controlos).

2.1.2. SITUAÇÃO I - hipótese 1) - b)

$$\beta = 0,95$$

Com a utilização, nesta alternativa, de um factor de desconto inferior à unidade ($\beta=0,95$) começamos a ponderar os resultados mais no curto do que no longo prazo - no último trimestre a matriz das ponderações que atribuímos aos objectivos/controles é apenas:

K54 =	0,06	0	0	0	0	0	0
	0	0,06	0	0	0	0	0
	0	0	0,06	0	0	0	0
	0	0	0	0,06	0	0	0
	0	0	0	0	0,06	0	0
	0	0	0	0	0	0,06	0
	0	0	0	0	0	0	0,06

Ao nível dos resultados obtidos (QUADROS 25-31 e GRÁFICOS 15-21), verificamos a tendência inversa à que assinalámos na alternativa anterior - aqui, o desvio padrão do Consumo Privado baixa e cresce o do Investimento (a maior prioridade ao curto prazo privilegia, agora, as opções de utilização imediata dos bens e serviços).

E, também ao contrário do que se verificava na alternativa anterior, a tendência geral dos valores dos objectivos e controles é para uma maior convergência (menores desvios-padrão). No entanto, no caso da Taxa de juro, a aproximação não é ainda suficiente para lhe conferir realismo.

Nos valores da perda média simples (QUADRO 32) verifica-se, naturalmente, um significativo decréscimo, temos 6 418,94 quando consideramos só os quatro objectivos e 7 228,61 se lhes juntarmos os três controles.

Com a introdução do ponderador anteriormente apresentado, atenua-se o efeito do valor escolhido para o factor de desconto e obtém-se uma perda média ponderada de 18 490,0 (só objectivos) e 20 822,2 (objectivos e controles).

2.1.3. SITUAÇÃO I - hipótese 1) - c)

$$\beta = 0,75$$

Continuamos a diminuir o valor que atribuímos ao factor de desconto. Temos agora um $\beta = 0,75$ o que acentua a tendência para privilegiarmos o Consumo em detrimento do Investimento (QUADROS 35-41, GRÁFICOS 22-28). Mas aqui, só o PIB e, muito ligeiramente, a Taxa de juro apresentam algumas melhorias. Nas outras variáveis começa a notar-se uma pequena tendência para a dispersão.

São resultados que começam já a traduzir as dificuldades de ajustamento que surgem com a diminuição das ponderações da matriz K_t . Nesta alternativa temos, no final do intervalo:

$$K_{54} = \begin{matrix} & 2E-07 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 2E-07 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 2E-07 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 2E-07 \\ 2E-07 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2E-07 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2E-07 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2E-07 \end{matrix} \end{matrix}$$

Ao nível da perda média simples, claro que há um significativo decréscimo em relação às situações anteriores. Temos, agora, (QUADRO 42) apenas 911,37 para a perda só dos objectivos e 1031,48 quando também se consideram os controlos.

A utilização da média ponderada, embora conduza a valores mais baixos do que as situações anteriores, elimina em parte a queda devida apenas ao valor atribuído ao factor de desconto β , e obtemos 12 303,5 (só objectivos) e 13 925,0 (adicionando o desvios dos controlos).

2.1.4. SITUAÇÃO I - hipótese 1) - d)

$$\beta = 0,50$$

Com um factor de desconto $\beta = 0,50$ as ponderações presentes na matriz K_t descem mais cedo e para valores muito baixos. No final temos :

	5,55E-17	0	0	0	0	0	0
K54 =	0	5,55E-17	0	0	0	0	0
	0	0	5,55E-17	0	0	0	0
	0	0	0	5,55E-17	0	0	0
	0	0	0	0	5,55E-17	0	0
	0	0	0	0	0	5,55E-17	0
	0	0	0	0	0	0	5,55E-17

Nesta situação, obtemos (QUADROS 45-51 e GRÁFICOS 29-35) melhoria apenas nos resultados do Consumo Privado, todas as outras variáveis apresentam desvios-padrão superiores às alternativas anteriores. Continuam, no entanto, a ser resultados admissíveis para todas as variáveis, com excepção da Taxa de juros que se mantém verosímil apenas nalguns trimestres.

A perda trimestral pode-se considerar nula em quase dois terços do intervalo e, como perda média simples (QUADRO 52) temos apenas 121,54 (só objectivos) e 139,29 (juntando os controlos).

A situação atenua-se com a introdução da perda média ponderada mas, mesmo assim, os valores são bastante mais baixos que nas hipóteses anteriores, sendo agora, 3 281,6 (para os objectivos) e 3 760,7 (com os controlos).

2.1.5. SITUAÇÃO I - hipótese 1) - e)

$$\beta = 0,25$$

Nesta alternativa, as ponderações, a partir de um $\beta=0,25$, são tão baixas que nenhuma das variáveis consegue ter um comportamento aceitável (QUADROS 55-61 e GRÁFICOS 36-42)²⁵.

O Consumo consegue ser sempre inferior, não só aos objectivos, como à série dos valores reais e, a diferença acentua-se, à medida que avançamos no intervalo de controlo. Inversamente, o Investimento é sempre superior e atinge valores que podemos considerar disparatados. O PIB começa timidamente, um pouco abaixo do desejado mas, depois também cresce e atinge valores que nos parecem bons demais para serem credíveis. A Variação do IPC contribui para o irrealismo da situação - valores muito baixos, bastantes oscilações e, no final do intervalo, atinge-se o absurdo com VP negativas.

A nível dos controlos claro que o irrealismo se mantém - o Consumo Colectivo é sempre muito baixo e, a meio do intervalo, apresenta valores negativos, a VTxC dispara para valores tão elevados que perdem qualquer credibilidade e a Txj, se já era demasiado elevada nas alternativas anteriores, aqui só tem alguma credibilidade em poucos valores do início do intervalo, depois é totalmente absurda.

São resultados que traduzem as baixas e quase nulas ponderações presentes na matriz K_t em grande parte do intervalo. No final do intervalo atinge-se:

K54 =	3,08E-33	0	0	0	0	0	0
	0	3,08E-33	0	0	0	0	0
	0	0	3,08E-33	0	0	0	0
	0	0	0	3,08E-33	0	0	0
	0	0	0	0	3,08E-33	0	0
	0	0	0	0	0	3,08E-33	0
	0	0	0	0	0	0	3,08E-33

²⁵ Situação previsível até pelos valores próprios da matriz $R = A+CG$ que se obtém nesta alternativa, já que um deles é superior à unidade (QUADRO 54) indicando, desde logo, dificuldades na convergência dos resultados.

O valor da perda média é, neste caso, ilustrativo do tipo de perigos que um decisor mais distraído poderia correr se interpretasse à letra o critério de adoptar a situação que apresentasse a mínima perda esperada.

O QUADRO 62 é elucidativo - temos apenas 8,82 de perda média simples dos objectivos e 10,22 quando se lhes juntam os controlos. No entanto, como vimos, estes valores não resultam de uma aproximação às séries dos objectivos, (bem pelo contrário, como acabámos de referir) mas, tão só, dos valores quase nulos da matriz K_t que se traduzem em perdas praticamente nulas logo a partir do 9º trimestre do intervalo.

Recorrendo, uma vez mais, à média ponderada das perdas, os valores são um pouco mais elevados - 357,1 (só para os objectivos) e 414,0 (quando se adicionam os controlos - mas, não se elimina o perigo, atrás referido, de se fazerem escolhas erradas se se tomar apenas este critério para hierarquização das alternativas.

*

* *

Antes de apresentarmos os resultados obtidos com as outras hipóteses de formulação das matrizes K convirá que sistematizemos algumas conclusões a reter desta primeira hipótese - hipótese, recordemos, onde é igual a ponderação de todos os objectivos e controlos presentes no vector y_t e, também, na matriz K , que apresenta uma diagonal com sete valores 1 como matriz inicial.

Com esta hipótese de partida, considerámos seis alternativas de valores para os factores de desconto β , obtendo os valores para as médias das séries que se obteriam com a introdução dos controlos e, ainda, para os desvios-padrão entre as séries obtidas com a adopção dos respectivos controlos e as que, a priori, definimos como desejáveis para os objectivos e controlos que apresentamos nos quadros seguintes.

MÉDIAS DAS SÉRIES - REAIS, DOS OBJECTIVOS E COM CONTROLOS
(PARA AS SEIS ALTERNATIVAS DE FACTORES DE DESCONTO)

	C	I	PIB	VP	G	VTxC	Txj
MÉDIA REAL	703,9	289,1	1037	1,059	170	0,996	9,68
MÉDIA OBJECT	708,4	290,3	1041	1,059	177	0,995	9,41
$\beta=1$	679,2	362,4	1039	1,029	167	1,06	24,98
$\beta=1,05$	678,2	359,9	1037	1,029	168	1,06	24,70
$\beta=0,95$	680,2	365,3	1042	1,028	166	1,06	25,26
$\beta=0,75$	683,4	383,0	1057	1,024	168	1,06	27,94
$\beta=0,5$	685,4	450,6	1090	1,003	156	1,11	37,21
$\beta=0,25$	597,1	1588	1435	0,605	24,4	2,80	167,2

DESVIOS-PADRÃO ENTRE A SÉRIE COM CONTROLOS E A SÉRIE DOS
OBJECTIVOS

	C	I	PIB	VP	G	VTxC	Txj
$\beta=1$	40,43	102,6	79,67	0,060	24,98	0,276	34,82
$\beta=1,05$	42,36	99,77	81,65	0,061	25,14	0,284	35,12
$\beta=0,95$	38,44	105,8	77,66	0,059	24,89	0,271	34,56
$\beta=0,75$	31,48	124,4	70,69	0,060	26,26	0,276	34,56
$\beta=0,5$	26,26	192,8	81,20	0,080	31,91	0,360	40,79
$\beta=0,25$	133,5	1578,5	490,6	0,552	189,6	2,100	198,9

Como podemos confirmar, a mudança de um simples parâmetro (β) é suficiente para alterar os resultados.

Valores de β superiores à unidade só poderão ser desejáveis se quisermos privilegiar o Investimento. No entanto, a descida de β só pode ser tolerada até determinado nível, se a ponderação for demasiado baixa, o sistema dispara, parecendo reagir à "falta de vontade" dos decisores para atingir os objectivos...

Os valores escolhidos para o factor de desconto β são, também, como vimos, determinantes no cálculo dos valores da perda média simples. Tentando atenuar o seu efeito recorreremos à introdução do ponderador:

$$\frac{1 - \beta^T}{1 - \beta}$$

calculando perdas médias ponderadas, naturalmente, apenas para as hipóteses em que se admite um factor de desconto $\beta \neq 1$.

Os valores obtidos foram, recordemos:

	PERDA MÉDIA objectivos	SIMPLES obj + control	PERDA MÉDIA objectivos	PONDERADA obj + control
$\beta=1$	18 510,36	20 346,861		
$\beta=1,05$	107 989,3	116 020,21	22 534,8	24 210,7
$\beta=0,95$	6 418,944	7 228,606	18 490,0	20 822,2
$\beta=0,75$	911,370	1031,482	12 303,5	13 925,0
$\beta=0,5$	121,539	139,287	3 281,6	3 760,7
$\beta=0,25$	8,816	10,222	357,1	414,0

Tendo presente que estes seriam os resultados para a função objectivo, com base nos quais o decisor deveria hierarquizar e escolher a melhor alternativa, convém sublinhar os perigos de se basear a escolha apenas num valor.

De acordo com este Quadro, a última alternativa seria a preferível (tanto pelo cálculo da média simples, como com a média ponderada) o que, como vimos, não corresponde à realidade. Como

atrás já referimos, com $\beta=0,25$ - a alternativa I-1-e) - temos resultados absurdos.

Nas restantes alternativas obtemos resultados muito aceitáveis para todas as variáveis, à excepção da Taxa de juro que, de uma forma geral, apresenta valores exageradamente altos.

Por agora, poderemos apenas concluir que, mesmo com muito boa vontade, dificilmente, conseguiríamos, com a metodologia escolhida nesta SITUAÇÃO I e com esta hipótese 1) de ponderações, determinar uma regra de controlo, com todos os controlos admissíveis e capazes de aproximar o sistema dos objectivos pretendidos.

As dificuldades surgidas, sobretudo ao nível da Taxa de juro, prendem-se, como anteriormente referimos, com as características do modelo escolhido e o tipo de regra de controlo definida.

Sem formulação específica de restrições aos controlos e admitindo uma autonomia relativa de evolução, não só dos objectivos, como dos próprios controlos, o sistema ressentem-se da aplicação simultânea dos três controlos para obtenção dos quatro objectivos e o controlo que já no capítulo anterior se revelava menos capaz para controlar o sistema - a Taxa de juro - apresenta sempre valores pouco credíveis.

2.2. SITUAÇÃO I - hipótese 2)

Nas restantes hipóteses da SITUAÇÃO I - situação em que, recordemos, os controlos são "fornecidos" pelo sistema, sem intervenção directa dos decisores - vamos considerar distintas ponderações na matriz K inicial e, para cada uma delas, só admitiremos dois valores para o factor de desconto: $\beta=1$, e $\beta=0,5$.

Na hipótese 2) iremos privilegiar²⁶ o Consumo Privado, partindo de uma matriz

$$K = \begin{matrix} & 100 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \begin{matrix} K = \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{matrix} \end{matrix}$$

Repetindo toda a metodologia anterior obtemos, começando com $\beta = 1$ a nova matriz G e respectivos vectores g (QUADRO 63)

Com a garantia de que também com esta matriz G a convergência parece assegurada (QUADRO 64), introduzimo-la, tal como os novos vectores g, no sistema inicial e obtemos os resultados que apresentamos nos QUADROS 65-71 e GRÁFICOS 43-49.

A primeira constatação dos resultados é a resposta do sistema à maior ponderação do Consumo Privado - o desvio-padrão entre a série do Consumo com controlos e a série que definimos para objectivos é apenas 0,997, ou seja, há uma quase coincidência com os objectivos pretendidos.

²⁶ Sublinhe-se que, o sentido com que aqui dizemos privilegiar a obtenção deste objectivo se refere apenas, e só, à introdução de diferentes ponderadores ao nível da matriz K e, não irá alterar a série dos valores que previamente definimos como objectivos que, como vimos, não são demasiado ambiciosos - apenas 5% acima da série real, que não se afasta demasiado dos valores reais para alguns trimestres.

Interessante será, também, verificar que o Investimento diverge dos objectivos mas não por descer demasiado. Aliás, nos primeiros dois terços do intervalo até se mantém bem acima dos objectivos e, mesmo descendo bastante nos trimestres finais, a média do Investimento em todo o intervalo consegue ser muito elevada.

Haverá, entretanto, que sublinhar o facto de que, nem nesta, nem em nenhuma das outras SITUAÇÕES, termos presente a relação entre as possibilidades de aumento do Investimento Total e a capacidade produtiva do país. Seria uma relação a considerar se pretendessemos imprimir maior realismo aos resultados obtidos.

O PIB é também ligeiramente superior aos objectivos em quase todo o intervalo e a Variação do IPC tem uma evolução aceitável, com uma média um pouco mais baixa que os objectivos.

A nível dos controlos - o Consumo Colectivo mantém-se abaixo dos valores que definimos como desejáveis, em dois terços do intervalo e, depois, ultrapassa-os mas não exageradamente. A Variação da Taxa de Câmbio apresenta maiores oscilações do que as séries real e dos objectivos (sobretudo no início e final do intervalo) mas não atinge valores absurdos e, tem uma média apenas ligeiramente superior aos objectivos. Mas, também nesta hipótese, os valores da Taxa de juro só são admissíveis nalguns trimestres.

Como perda média (aqui apenas simples, uma vez que admitimos um $\beta=1$ ao longo de todo o intervalo) obtemos (QUADRO 72) 14 543,87 quando se consideram só os quatro objectivos e 16 373,20 quando adicionamos os três controlos.

2.2.1. SITUAÇÃO I - hipótese 2 - a)

$$\beta = 0,5$$

Quando diminuimos o factor de desconto β para metade - de 1 passa para 0,5 - (QUADROS 75-81 e GRÁFICOS 50-56) reforçamos a tendência para aproximação do Consumo Privado aos objectivos definidos e obtemos um desvio-padrão ainda mais baixo (0,744).

Entretanto, o Investimento (que já era elevado na alternativa anterior) dispara agora para valores demasiado altos para os podermos considerar admissíveis. Tal como na hipótese anterior (e aqui com a agravante de estarmos a privilegiar o Consumo Privado com as ponderações da matriz K), um valor mais baixo do factor de desconto β , que se traduz numa maior intensidade de convergência para os objectivos no curto prazo e intensidade quase nula no final do intervalo de controlo, é pouco compatível com a dinâmica do Investimento.

OPIB é sempre superior aos objectivos mas sem grandes exageros e a Variação do IPC é apenas ligeiramente mais baixa, mas bem próxima dos objectivos.

Nos controlos, o Consumo Colectivo é ainda mais baixo do que na alternativa anterior ao longo de todo o intervalo. A Variação da Taxa de Câmbio apresenta ainda maiores oscilações e, é agora bastante mais elevada do que os objectivos. A Taxa de juro, sem surpresas, apresenta valores ainda mais elevados que a alternativa anterior.

Claro que, ao nível da perda média simples, temos valores agora bem baixos (recordemos que $\beta = 0,5$) com apenas 97,42 só para os objectivos e 124,83 para os objectivos e controlos (QUADRO 82).

Introduzindo o ponderador já anteriormente referido, para atenuar a influência do factor de desconto, podemos obter uma perda média ponderada, superior, neste caso, 2 630,2 (só objectivos) e 3 370,4 (adicionando os controlos).

2.3. SITUAÇÃO I - hipótese 3)

Consideramos agora a hipótese de se conferir prioridade absoluta ao Investimento Total, o que, como vimos, não se traduz no aumento dos valores previstos para a série deste objectivo que, tal como os outros, se mantém nos 5% acima dos valores reais, sem se afastar demasiado da série real, nem terá em consideração a relação entre os níveis de Investimento e a capacidade produtiva do país.

A prioridade deste objectivo continuará a traduzir apenas a diferente ponderação ao nível da matriz K que, neste caso será:

$$K = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 100 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Os resultados obtidos - QUADROS 85-91 e GRÁFICOS 57-63 - revelam a queda previsível do Consumo Privado em todos os trimestres.

O Investimento, apesar da prioridade absoluta que lhe atribuímos (maior ponderação na matriz K), não consegue convergir para os objectivos, bem pelo contrário, o seu desvio-padrão é ainda mais elevado do que na hipótese anterior. Aliás, o Investimento mantém-se acima dos objectivos, a uma margem quase constante, ao longo de todo o intervalo.

O PIB não consegue atingir os objectivos em nenhum trimestre e a Variação do IPC só se afasta relativamente aos objectivos no início do intervalo - é mais baixa do que a série real e do que a média que escolhemos para objectivo.

Quanto aos controlos, temos valores demasiado baixos para o Consumo Colectivo (com valores negativos quase até metade do intervalo). A Variação da Taxa de Câmbio é mais elevada do que



os objectivos em quase todos os trimestres mas, não atinge valores absurdos. A Taxa de juros é mais aceitável que em muitas situações anteriores mas, ainda levanta muitas dúvidas.

Ao nível da perda média simples temos agora (QUADRO 92) valores bem mais elevados do que na hipótese 2) de prioridade ao Consumo Privado. Privilegiando o Investimento a perda sobe para 1 532 385 (só objectivos) e 1 539 019,6 (controles e objectivos).

2.3.1. SITUAÇÃO I - hipótese 3 - a) $\beta = 0,5$

Com a diminuição do valor do factor de desconto β piorava a situação do Investimento nas hipóteses anteriores. Mas, como nesta hipótese 3 demos prioridade absoluta ao Investimento (ao nível dos ponderadores da matriz K) conseguimos que, com um $\beta = 0,5$, o desvio-padrão que mede a dispersão do Investimento aumente muito pouco.

Continuando a analisar os resultados obtidos com esta alternativa da hipótese 3) (QUADROS 95-101 e GRÁFICOS 64-70) verificamos que são piores para todas as variáveis. Mesmo o Consumo Colectivo, que apresenta uma queda no desvio-padrão, mantém-se com uma média muito baixa e negativo até quase metade do intervalo de controlo.

Assim, a melhoria que se verifica ao nível da perda média simples (QUADRO 102) - 15 087,23, só objectivos e, 15 231,51, para controles e objectivos - resulta, mais uma vez, das ponderações muito baixas, na segunda metade do intervalo de controlo, e não é reflexo de melhores resultados globais.

A aplicação da média ponderada da perda, conduz-nos a valores bem mais elevados - 407 355,3 (só para os objectivos) e 411

250,7 (adicionando os controlos) - e já seriam um sinal de alerta para os decisores que, eventualmente, pretendessem hierarquizar as várias hipóteses e alternativas de ponderação dos objectivos.

2.4. SITUAÇÃO I - hipótese 4)

Com esta hipótese damos prioridade absoluta ao Produto Interno Bruto, uma vez mais, sem alterarmos os valores previamente definidos como objectivos (5% acima da série real) mas, apenas, pela diferenciação da matriz de ponderações, que agora será:

$$K = \begin{matrix} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \begin{matrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 100 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{matrix} \end{matrix}$$

Os resultados obtidos - QUADROS 105-111 e GRÁFICOS 71-77 - revelam que o sistema obedece à prioridade estabelecida, e temos um PIB com valores quase coincidentes com os objectivos.

O Consumo Privado segue ligeiramente abaixo dos objectivos nos primeiros dois terços do intervalo e, depois, ultrapassa-os mas, em média, fica aquém do definido. Simetricamente, o Investimento é, em média, superior aos objectivos, e ultrapassá-os largamente até ao último terço do intervalo e, depois desce bem abaixo dos objectivos.

A Variação do IPC não diverge muito dos objectivos, quer em média, quer nas oscilações que apresenta - de início situa-se um pouco abaixo da média e, no final, ultrapassa-a mas sem grandes exageros.

Quanto aos controlos, o Consumo Colectivo oscila entre valores muito baixos (alguns até negativos) na primeira metade do intervalo e, depois, dispara para valores bem elevados de forma que a média quase se aproxima dos objectivos. A Variação da Taxa de Câmbio apresenta bastantes oscilações mas não chega a valores que possamos considerar irrealistas. O mesmo não se aplica à Taxa de juro com poucos valores admissíveis.

A perda média simples (QUADRO 112) é agora de 24 457,89, só para os objectivos, e 32 215,44, quando se adicionam os controlos.

2.4.1. SITUAÇÃO I - hipótese 4 - a) $\beta = 0,5$

Continuando com a prioridade absoluta ao Produto Interno Bruto que anteriormente definimos mas, agora, com um factor de desconto $\beta = 0,5$ (QUADROS 115-121 e GRÁFICOS 78-84) verificamos que, ainda se consegue um melhor ajustamento do PIB - é praticamente coincidente com os objectivos em todos os trimestres.

No entanto, esta melhoria obtém-se à custa da maior divergência dos outros objectivos e, sobretudo, do Investimento que, mais uma vez, reage à presença de um factor de desconto baixo.

O Consumo Colectivo melhora ligeiramente mas não chega a ser credível. E, tanto a Taxa de juro como, desta vez também a Variação da Taxa de Câmbio, apresentam alguns valores verdadeiramente absurdos.

Na perda média simples temos, naturalmente, valores bastante baixos (QUADRO 174) com 101,54 - só para os objectivos e 145,15 (objectivos e controlos).

Valores que sobem bastante quando calculamos a perda média ponderada que, neste caso, será 2 741,7 (só objectivos) e 3 919,0 (adicionando os controlos).

2.5. SITUAÇÃO I - hipótese 5)

Considerando agora a prioridade absoluta à Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor que, naturalmente, mais uma vez, não significa qualquer alteração aos valores previamente definidos como objectivos para esta variável (que, recordemos, eram constantes ao nível da média da série real), mas, apenas, e só, a utilização de uma nova matriz de ponderações que, será, neste caso:

$$K = \begin{matrix} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 100 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{matrix} \end{matrix}$$

Pelos resultados obtidos (QUADROS 125-131 e GRÁFICOS 85-91) verificamos que, a Variação do IPC está próxima mas, não muito mais, do que a que se obteve quando se deu prioridade ao Consumo Privado.

Quanto aos outros objectivos, só o Investimento se afasta bastante do pretendido e, tanto o Consumo como o PIB estão relativamente próximos.

Ao nível dos controlos, temos um Consumo Colectivo com uma evolução razoável - ligeiramente abaixo das metas na primeira parte e depois um pouco acima; a Variação da Taxa de Câmbio também é aceitável, com algumas oscilações logo no início e depois para o final mas, sem valores não admissíveis. Finalmente, a Taxa de juro, sem surpresas para esta SITUAÇÃO, apresenta valores nada credíveis em quase todos os trimestres.

Quanto à perda média simples, temos, no QUADRO 132, o valor de 18 564,75 (só objectivos) e de 20 544,67 (adicionando os controlos).

2.5.1. SITUAÇÃO I - hipótese 5 - a)

$$\beta = 0,5$$

Tal como nas hipóteses anteriores, também nesta, de prioridade à Variação trimestral do IPC, consideramos a alternativa com um factor de desconto $\beta = 0,5$ e verificamos (QUADROS 135-141 e GRÁFICOS 92-98) que, em vez dos preços, é o montante do Consumo Privado que melhora a aproximação aos objectivos.

A Variação do IPC claro que não dispara mas, consegue ser pior do que na alternativa anterior.

O PIB afasta-se um pouco mais dos objectivos e o Investimento apresenta valores ainda mais elevados.

Os três controlos também se afastam um pouco mais dos valores que definimos como desejáveis.

A perda média simples desce para 121,60 (só objectivos) e 139,34 (objectivos e controlos) - QUADRO 142.

Entretanto, a perda média ponderada desce bem menos - para 3 283, 2 (só para os objectivos) e 3 762,1 (com os controlos) - e consegue, em parte, denunciar, a fraca qualidade dos resultados a que esta alternativa conduz.

*

* *

Nas hipóteses anteriores (da 2 à 5) fomos, sucessivamente, dando prioridade absoluta a cada um dos quatro objectivos - Consumo Privado, Investimento Total, Produto Interno Bruto e Variação Trimestral do Índice de Preços no Consumidor. Prioridades que, como sublinhámos, não se traduziam nunca em alterações aos valores das séries dos objectivos previamente definidos mas, apenas e só, na diferenciação dos valores atribuídos aos ponderadores incluídos na matriz K inicial.

Para cada uma das hipóteses de ponderações admitimos, primeiro, um factor de desconto $\beta = 1$ e, em seguida, uma alternativa - a) com um $\beta = 0,5$.

No quadro seguinte apresentamos as médias e os desvios-padrão - obtidos entre as séries das variáveis com aplicação dos controlos e as respectivas séries de objectivos/valores desejáveis - nas hipóteses 2-5 (a *itálico* temos as situações com $\beta = 0,5$):

MÉDIAS DAS SÉRIES - REAIS, DOS OBJECTIVOS E COM CONTROLOS
(PARA AS HIPÓTESES DE PONDERAÇÃO DOS QUATRO OBJECTIVOS)

	C	I	PIB	VP	G	VTxC	Txj
MÉDIA REAL	703,9	289,1	1037	1,059	170	0,996	9,68
MÉDIA OBJECT	708,4	290,3	1041	1,059	177	0,995	9,41
2) C	708,6	346,5	1074	1,045	165	1,016	17,68
a)	708,0	466,0	1127	1,002	146	1,130	36,88
3) I	611,6	411,9	946	1,026	107	1,178	18,66
a)	587,0	413,0	914	1,028	116	1,191	16,23
4) PIB	691,2	312,9	1041	1,063	182	0,963	10,35
a)	656,6	424,0	1042	1,029	158	1,038	26,64
5) VP	678,2	362,0	1040	1,027	174	1,060	26,05
a)	685,3	450,6	1090	1,003	156	1,116	37,21

DESVIOS-PADRÃO ENTRE A SÉRIE COM CONTROLOS E A SÉRIE DOS
OBJECTIVOS:

	C	I	PIB	VP	G	VTxC	Txj
2) C	0,997	102,7	64,48	0,061	23,75	0,287	35,57
a)	0,744	198,65	103,85	0,079	38,094	0,347	39,394
3) I	109,4	122,7	124,3	0,044	76,64	0,299	27,58
a)	128,40	123,81	142,11	0,049	67,073	0,304	30,38
4) PIB	44,42	147,3	2,416	0,086	77,89	0,464	43,48
a)	88,420	250,63	1,768	0,153	62,500	0,914	55,270
5) VP	41,53	102,7	79,39	0,060	27,54	0,276	34,95
a)	26,29	192,76	81,185	0,080	31,91	0,360	40,794

Apesar de nenhuma das hipóteses conduzir a regras de controlo em que todos os valores se possam considerar admissíveis - sendo a Taxa de juro a variável que piores resultados apresenta, provavelmente, como já anteriormente referimos, porque é o

controlo que apresenta maiores dificuldades para actuar sobre o sistema e pelo próprio tipo de metodologia seguida na determinação dos valores dos controlos - algumas conclusões se poderão, mesmo assim, retirar dos resultados obtidos e que poderão permitir um melhor conhecimento do sistema e uma eventual orientação de decisões sobre o seu comportamento.

De todas, a melhor hipótese, parece ser a 2) - de prioridade ao Consumo Privado, seguida da 4) - de prioridade ao PIB. É uma constatação que nos apraz registar, pois, se o PIB é, por excelência, o indicador escolhido, não apenas como objectivo da política económica mas, até, como medida do grau de desenvolvimento de um país, já os níveis de Consumo Privado são normalmente considerados mais como uma componente do próprio PIB do que explicitamente como um objectivo de política económica. Apesar das limitações inerentes a medidas tão agregadas, o Consumo Privado não deixa de refletir o montante atribuído na satisfação das necessidades de bens e serviços dos cidadãos, ou seja, o objectivo mais nobre de toda a economia e política.

Interessante será também verificar que a hipótese que privilegia a Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor - hipótese 5) - se revela pior do que a de prioridade ao montante do Consumo Privado. Sem pretendermos negar a importância da relativa estabilidade de preços no funcionamento de todo o sistema económico, pensamos que a prioridade absoluta que, muitas vezes, se parece atribuir ao controlo dos níveis de inflação, poderá, também, conduzir a distorções e a piores resultados do que os que se obteriam se se desse prioridade à satisfação das necessidades humanas.

A hipótese de prioridade ao Investimento, como vimos, é de todas a mais absurda - não só o Investimento não se adapta aos objectivos pretendidos como se obtêm resultados desastrosos para muitas variáveis (à excepção da VP...). As explicações, neste caso, terão que ter presente a previsível ligação entre o Consumo

Privado e a Variação trimestral dos preços, medida pelo Índice de Preços no Consumidor. A prioridade dada ao Investimento faz descer os montantes do Consumo e, também, da Variação do IPC.

Em termos económicos, é sabido que a constante opção entre Consumo/Investimento - entre a imediata satisfação de necessidades e o adiar desta satisfação para momentos futuros - traduz escolhas de vontade individual mas, também colectiva, e que até poderão gerar conflitos pelos diferentes interesses de várias gerações.

Apesar de todas as limitações do modelo utilizado para representar o sistema e da própria metodologia seguida, verifica-se a distorção do sistema quando se procura dar prioridade absoluta ao Investimento - situação que sabemos bem real em países que o chegaram a ensaiar (o exemplo mais gritante será, sem dúvida, o dos países do Leste europeu que, após a Segunda Guerra Mundial, sacrificaram a satisfação das necessidades de quase toda uma geração, dando absoluta prioridade ao Investimento em nome de "um melhor amanhã"; os resultados começam a ser bem conhecidos e não os iremos comentar).

No caso presente, parece-nos ser de sublinhar que, com o modelo e objectivos escolhidos, a melhor opção - de prioridade ao Consumo Privado - conduz aos melhores resultados, não só para esta variável, como também para todas as outras, incluindo o Investimento Total.

As alternativas de cada uma das hipóteses, com a utilização de factores de desconto $\beta = 0,5$, só pioram os resultados (com duas ligeiras excepções para o Consumo Privado).

É uma conclusão aceitável, se tivermos presente que, um factor de desconto tão baixo conduzirá a ponderações quase nulas na matriz K_t a partir do meio do intervalo de controlo. Com tão baixa intensidade atribuída à obtenção dos objectivos o sistema tem dificuldade em atingi-los.

Há, no entanto, que ter presente o que já anteriormente referimos - ao nível da perda média simples, quanto menor o valor do factor de desconto β , menor o nível da perda.

Continuámos a tentar eliminar, em parte, este efeito do factor de desconto sobre o valor da perda média, calculando médias ponderadas mas, como vimos, não parece ser ainda suficiente para se conseguir transformar este indicador num critério válido e universal adequado para a avaliação dos resultados obtidos e hierarquização das várias hipóteses e alternativas de ponderação dos objectivos e controlos.

Aliás, só alguém muito distraído basearia a selecção das eventuais alternativas apenas pelo critério da mínima perda esperada, tal como ela é definida pela função objectivo, sem uma análise mais cuidada dos valores do factor de desconto, das ponderações presentes na matriz K_t e, claro que também, na evolução dos valores trimestrais fornecidos pelos Quadros e Gráficos de resultados.

No quadro seguinte recordamos os valores das perdas médias, simples e ponderadas, nas quatro hipóteses que temos vindo a analisar e respectivas alternativas com $\beta = 0,5$, cujos valores são apresentados em *itálico*.

	PERDA MÉDIA objectivos	SIMPLES obj + control	PERDA MÉDIA objectivos	PONDERADA obj + control
2) Cons.Priv.	14 543,87	16 373,20		
a)	97,42	124,83	2 630,2	3 370,4
3) Investim.	1532385,0	1539019,6		
a)	15 087,23	15 231,51	407 355,3	411 250,7
4) PIB	24 257,89	32 215,44		
a)	101,54	145,15	2 741,7	3 919,0
5) Var.IPC	18 564,75	20 544,69		
a)	121,60	139,34	3 283,2	3 762,1

Pelos valores obtidos, com os cuidados que anteriormente referimos - só se pode comparar o que é comparável, ou seja, alternativas com o mesmo factor de desconto e o mesmo cálculo de perda média - verificamos que, a melhor de todas as hipóteses continua a ser a que dá prioridade ao Consumo Privado e a pior, sem a menor dúvida, a que dá prioridade ao Investimento.

Nas hipóteses seguintes iremos, ainda dentro desta SITUAÇÃO, atribuir prioridades absolutas às restantes variáveis incluídas no vector de estado - os três controlos que foram endogeneizados.

2.6. SITUAÇÃO I - hipótese 6)

Continuando a seguir a metodologia apresentada, experimentamos nesta, e nas duas hipóteses seguintes, algo pouco usual mas não totalmente absurdo - a de se atribuírem prioridades (ao nível dos ponderadores da matriz K) aos valores dos controlos em detrimento das variáveis escolhidas para objectivos.

Nesta hipótese 6) atribui-se prioridade absoluta ao primeiro controlo - o Consumo Colectivo utilizando a matriz de ponderações

	1	0	0	0	0	0	0
K =	0	1	0	0	0	0	0
	0	0	1	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	100	0	0
	0	0	0	0	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	1

Pelos resultados obtidos (QUADROS 145-151 e GRÁFICOS 99-105) verificamos que o Consumo Colectivo se ajusta à prioridade atribuída e é quase coincidente com os objectivos.

Quanto aos quatro objectivos - o Consumo Privado e o PIB são muito razoáveis, a Variação do IPC só se afasta ligeiramente dos objectivos e apenas o Investimento diverge mas, sem grandes exageros.

Os outros dois controlos, Variação da Taxa de Câmbio e Taxa de juro, também não surpreendem - a VTxC mantém-se a níveis aceitáveis ao longo de todo o intervalo e a Txj só tem dois ou três valores admissíveis.

Quanto à perda média simples, no QUADRO 152, temos 20 651,92 (só para os quatro objectivos) e 22 188,83 (quando aos objectivos adicionamos os três controlos).

2.6.1. SITUAÇÃO I - hipótese 6 - a) $\beta = 0,5$

Continuamos, tal como anteriormente, a considerar a alternativa desta hipótese (de prioridade ao Consumo Colectivo) com um factor de desconto $\beta = 0,5$.

Os resultados (QUADROS 155-161 e GRÁFICOS 106-112) só são ligeiramente melhores para o Consumo Privado, para todas as outras variáveis pioram, inclusivé para o Consumo Colectivo (embora muito pouco, ainda é visível a prioridade que lhe atribuímos).

A perda média simples (QUADRO 162) desce agora para 122,67 (objectivos) e 139,21 (objectivos e controlos).

Introduzindo o ponderador, utilizado anteriormente, consegue-se eliminar em parte o efeito da descida do factor de desconto β e obtém-se a perda média ponderada no montante de 3 312,0 (só para os objectivos) e de 3 660,2 (adicionando os controlos).

2.7. SITUAÇÃO I - hipótese 7)

Atribuindo agora prioridade absoluta ao segundo controlo - a Variação Trimestral da Taxa de Câmbio com a matriz de ponderações

$$K = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 100 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix} \end{matrix}$$

verificamos, pelos QUADROS 165-171 e GRÁFICOS 113-119, que a VTxC reage e se aproxima mais dos valores que definimos

como desejáveis do que nas hipóteses anteriores mas, mantém quase o mesmo traçado, com ainda maiores oscilações e alguns picos logo no início e pelo final do intervalo.

Os objectivos apresentam valores muito razoáveis em todo o intervalo, apenas com um Investimento bastante elevado.

O Consumo Colectivo diverge um pouco e apresenta valores muito semelhantes aos que encontramos nas hipóteses em que privilegiámos o Consumo Privado e a Variação do IPC. A Taxa de juro também não surpreende - é quase absurda em quase todo o intervalo de controlo.

A perda média simples é, também, muito razoável (QUADRO 172) sendo 18 219,92 (só para os objectivos) e 20 190,17 (juntando-lhes os controlos).

2.7.1. SITUAÇÃO I - hipótese 7 - a) $\beta = 0,5$

Tal como na hipótese anterior, também aqui, quando privilegiamos a Variação da Taxa de Câmbio com um factor de desconto baixo $\beta = 0,5$, de acordo com os QUADROS 175-181 e GRÁFICOS 120-126, só conseguimos melhorar os resultados do Consumo Privado. Para todas as outras variáveis os ajustamentos são piores.

A própria VTxC consegue ser pior do que a que se obtinha com a hipótese anterior (de prioridade ao Consumo Colectivo) e do que as que obtivemos ao dar prioridade a quase todos os objectivos, só a prioridade ao PIB conduz a pior ajustamento da VTxC.

A perda média simples desce para 117,11 (só para os objectivos) e 135,56 (objectivos e controlos) - QUADRO 182. Sendo, naturalmente, inferior a descida da perda média ponderada que, agora atinge 3 161,9 (objectivos) e 3 660,2 (adicionando os controlos).

2.8. SITUAÇÃO I - hipótese 8)

Por último, vamos dar prioridade absoluta à Taxa de juro, tentando ver se ela consegue apresentar valores um pouco mais admissíveis (recordemos que, em todas as hipóteses, se tem obtido para a T_{xj} níveis completamente absurdos). Utilizamos agora a seguinte matriz de ponderações:

	1	0	0	0	0	0	0
K =	0	1	0	0	0	0	0
	0	0	1	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	100

Os resultados (QUADROS 185-191 e GRÁFICOS 127-133) confirmam a "rebeldia" da Taxa de juro. Mesmo com prioridade absoluta (recorde-se que, apenas ao nível das ponderações da matriz K, sem qualquer alteração dos objectivos iniciais) a T_{xj} pode não ser totalmente disparatada mas, nos últimos três anos do intervalo, ainda apresenta valores exageradamente altos.

E esta (relativa) melhoria dos valores da Taxa de juro consegue-se com uma quase total distorção do sistema. Só a Variação do IPC e a Variação da Taxa de Câmbio não são totalmente disparatadas, as outras variáveis apresentam desvios-padrão muito elevados.

A perda média simples (QUADRO 192) é, naturalmente, também muito mais elevada do que as das hipóteses anteriores - à excepção da que obtivemos quando demos prioridade ao Investimento, que, aliás, se revelou, sem qualquer sentido económico. Atendendo apenas aos quatro objectivos temos, agora 183 569,9 e, adicionando os controlos, o valor sobe para 225 313,99.

2.8.1. SITUAÇÃO I - hipótese 8 - a)

$$\beta = 0,5$$

Com a diminuição do factor de desconto para $\beta = 0,5$, a Taxa de juro consegue melhorar mas, ainda não a podemos considerar aceitável. E esta diminuição consegue-se com níveis totalmente absurdos para as outras variáveis - o Investimento e o PIB apresentam desvios-padrão da ordem dos milhares; o Consumo Colectivo só é verosímil no primeiro ano, depois desce e tem valores negativos (e muito) em quase todo o intervalo; até a Variação da Taxa de Câmbio que ainda não levantou problemas, atinge, agora, valores tão elevados que perdem o significado económico (QUADROS 195-201 e GRÁFICOS 134-140).

Claro que ao nível da perda média simples se consegue disfarçar o absurdo da situação, e temos (QUADRO 202) apenas 112,29, quando se admitem só os objectivos, e 117,67, ao juntar-lhes os controlos.

E, neste caso, a utilização da perda média ponderada, que será 3 031,7 (objectivos) e 3 177,0 (objectivos e controlos) é, mais uma vez, o exemplo dos perigos a que poderia conduzir uma análise mais apressada. O valor razoável que se obtém, em comparação com as perdas médias ponderadas das hipóteses anteriores, não poderá nunca ser interpretado como indicador da qualidade dos resultados atingidos, bem pelo contrário. Como vimos, mesmo com um factor de desconto mais baixo, o sistema reage muito mal à prioridade que nesta hipótese se atribui à série da Taxa de juro.

*

* *

Ainda antes de nos debruçarmos sobre algumas ideias a reter a propósito dos resultados obtidos nesta SITUAÇÃO I, tentaremos sistematizar um pouco melhor o que vimos nestas três últimas hipóteses, em que, recorde-se, fomos dando prioridade (ao nível dos ponderadores incluídos na matriz K) aos três controlos do modelo.

De acordo com as médias e os desvios-padrão - uma vez mais, obtidos entre as séries dos controlos fornecidos pelo modelo e as séries de valores que previamente definimos como desejáveis - que apresentamos no quadro seguinte (onde a *itálico* temos os valores das alternativas em que o factor de desconto é $\beta = 0,5$) verificamos que, apesar de artificiais, por se dar prioridade aos controlos, em detrimento das variáveis que definimos como objectivos, as hipóteses nos fornecem resultados significativos.

MÉDIAS DAS SÉRIES - REAIS, DOS OBJECTIVOS E COM CONTROLOS
(PARA AS HIPÓTESES DE PONDERAÇÃO DOS QUATRO OBJECTIVOS)

	C	I	PIB	VP	G	VTxC	Txj
MÉDIA							
REAL	703,9	289,1	1037	1,059	170	0,996	9,68
MÉDIA							
OBJECT	708,4	290,3	1041	1,059	177	0,995	9,41
6) G	677,1	359,2	1038	1,027	177	1,055	26,42
a)	<i>683,6</i>	<i>460,7</i>	<i>1099</i>	<i>0,994</i>	<i>176</i>	<i>1,116</i>	<i>43,13</i>
7) VTxC	678,9	361,1	1040	1,028	174	1,057	25,63
a)	<i>685,7</i>	<i>449,2</i>	<i>1090</i>	<i>1,004</i>	<i>156</i>	<i>1,115</i>	<i>36,95</i>
8) Txj	685,5	211,2	947	1,074	10	0,724	21,21
a)	<i>1021,9</i>	<i>1573,0</i>	<i>1928</i>	<i>0,817</i>	<i>-235</i>	<i>2,923</i>	<i>17,91</i>

DESVIOS-PADRÃO ENTRE A SÉRIE COM CONTROLOS E A SÉRIE DOS OBJECTIVOS

	C	I	PIB	VP	G	VTxC	Txj
6) G	42,36	104,5	89,16	0,066	0,312	0,285	39,08
a)	28,027	207,39	94,096	0,092	0,371	0,380	48,247
7) VTxC	40,82	101,7	78,80	0,058	27,46	0,262	34,78
a)	25,970	191,13	81,030	0,079	31,805	0,348	40,53
8) Txj	126,1	264,2	315,9	0,063	203,5	0,709	16,53
a)	459,11	1713,8	1229,1	0,324	574,96	2,513	12,03

O primeiro controlo - Consumo Colectivo é o que melhor reage quando lhe damos total prioridade (hipótese 6) - torna-se quase coincidente com os valores definidos e o resto das variáveis apresentam resultados razoáveis (à excepção da Taxa de juro que em nenhuma hipótese consegue uma evolução admissível).

Quando se dá prioridade à Variação da Taxa de Câmbio - hipótese 7 - consegue-se que ela se aproxime dos valores definidos como desejáveis do que nas outras hipóteses e, também, sem provocar grande distorção do sistema.

A hipótese 8, de prioridade absoluta à Taxa de juro revela-se, como seria de prever, a mais artificial de todas. Aliás, em nenhuma das hipóteses anteriores, como fomos repetindo, se conseguem valores admissíveis para a Txj.

Ao atribuírmos total prioridade ao ajustamento da Taxa de juro aos valores que previamente definimos como desejáveis conseguimos introduzir algum realismo a esta série mas ainda temos valores pouco credíveis. E, esta pequena dose de realismo é conseguida à custa de uma quase total distorção do sistema - apenas a Variação do IPC não é totalmente disparatada, as outras variáveis apresentam valores que não podemos considerar admissíveis.

As explicações para este facto poderão encontrar-se nas características da própria série utilizada para a Taxa de juro - ela própria, resultado dos efeitos das flutuações dos preços uma vez que, é calculada a partir da Taxa de juro definida administrativamente mas subtraindo-lhe os montantes do Índice de Preços do Consumidor - e, sobretudo, como fomos referindo, nas características do próprio modelo (com evolução autónoma dos objectivos) e, ainda, do tipo de regras de controlo que adoptámos nesta SITUAÇÃO (regras que, também, admitem um vector com evolução autónoma de cada um dos controlos).

Ao nível das alternativas que se obtêm, com a adopção de um factor de desconto $\beta = 0,5$, confirma-se a situação de os resultados só melhorarem para o Consumo Privado e piorarem para todas as outras variáveis nas hipóteses 6 e 7.

Na hipótese 8, a Taxa de juro consegue um melhor ajustamento (mas ainda não o suficiente para ser admissível) e o Investimento ganha um pouco mais de realismo. O resto das variáveis disparam para valores completamente absurdos.

Por fim, vejamos os valores obtidos para as perdas médias simples (e ponderadas) destas três hipóteses e alternativas. As perdas simples seriam, como é sabido, os valores que se obteriam com a resolução da equação objectivo do problema e que se sugerem, por autores como G. Chow, para critério de escolha e hierarquização dos resultados obtidos nas várias hipóteses e alternativas de resolução do problema (mais uma vez, a *itálico*, apresentamos os valores das alternativas com $\beta = 0,5$):

	PERDA MÉDIA objectivos	SIMPLES obj + control	PERDA MÉDIA objectivos	PONDERADA obj + control
6) Cons.Col.(G)	20 651,92	22 188,83		
a)	122,668	139,213	3 312,0	3 758,7
5)V.Tx.Câmbio	18 219,92	20,190,17		
a)	117,107	135,563	3 161,9	3 660,2
8) Tx juros	183 569,9	225 314,0		
a)	112,286	117,666	3 031,7	3 177,0

São valores que nos permitem afirmar que, a eventual prioridade atribuída à obtenção de valores admissíveis para os dois primeiros controlos - Consumo Colectivo e Variação da Taxa de Câmbio - não deverá provocar grande distorção do sistema.

A prioridade à Taxa de juros conduz, como seria de prever, a perdas bem mais elevadas, quando se admite um factor de desconto $\beta = 1$, refletindo os maus resultados desta opção. Entretanto, com a diminuição do factor de desconto, conseguem-se valores de perda média, tanto simples como ponderada, que se poderiam considerar aceitáveis mas que, como vimos, não são sinónimo de bons resultados gerais.

Uma vez mais se confirma o que anteriormente referimos - a perda média simples não nos parece ser um critério suficiente para avaliação dos resultados obtidos nas várias hipóteses e alternativas de ponderação dos objectivos e controlos. A perda média ponderada, que introduzimos, poderá, em parte, eliminar o efeito do valor atribuído ao factor de desconto mas, não nos parece ainda ser um critério suficiente e "infalível" para avaliação dos resultados.

2.9. SITUAÇÃO I - Possíveis conclusões

Nesta primeira SITUAÇÃO resolvemos o problema de controlo óptimo baseando-nos na metodologia apresentada por Chow mas com algumas adaptações:

1) Tendo presentes as sete variáveis incluídas no vector y_t - os quatro objectivos que são o Consumo Privado, o Investimento Total, o PIB e a Variação trimestral do IPC, e ainda os três controlos que endogeneizamos, ou seja, o Consumo Colectivo, a Variação Trimestral da Taxa de Câmbio e a Taxa de juro das operações activas em termos reais - vamos valorizar os resultados obtidos com a resolução do problema, tanto para os objectivos como para os controlos, utilizando uma matriz de ponderações K sem zeros na diagonal.

Para avaliação das soluções obtidas definimos, também previamente, os valores que podemos considerar desejáveis para a sua evolução.

Uma primeira conclusão a retirar, por agora, será que esta metodologia funciona - é possível resolver o problema de controlo óptimo e valorizar os resultados não só para os objectivos como para os níveis dos controlos (mesmo sem incluirmos restrições explícitas para os controlos).

2) Para resolução do problema de controlo óptimo considerámos algumas hipóteses e alternativas possíveis:

a) por um lado, fizemos variar as ponderações atribuídas aos objectivos (e depois também controlos) através da diferenciação da matriz K ;

b) por outro, introduzimos uma diferenciação temporal em alternativas com diferentes valores do factor de desconto β .

A análise dos resultados remete-nos para os cuidados necessários a ter quando se procuram conclusões e, sobretudo, se se pretendesse utilizar esta metodologia para apoiar alguma decisão ao nível da política económica.

A simples alteração do valor de um parâmetro - do factor de desconto β , ou das ponderações da matriz K_t - conduz à modificação dos resultados, ou seja, o mesmo modelo, o mesmo problema, com os mesmos objectivos e controlos, conduz a várias respostas do sistema - respostas que teriam que ser cuidadosamente analisadas e interpretadas antes de qualquer possível utilização.

3) Outra conclusão a retirar dos resultados desta primeira SITUAÇÃO prende-se com o possível irrealismo de alguns valores obtidos.

Ao nível dos controlos, podemos admitir que, embora com tendências contrárias às que pareciam desejáveis para atingir cada um dos objectivos, de acordo com os resultados que apresentámos no Capítulo III - onde, recorde-se, se revelou preferível um aumento do Consumo Colectivo e descida (com reservas para o Investimento e, até certo ponto para o PIB) da Variação da Taxa de Câmbio e ainda a descida da Taxa de juro - os resultados obtidos se podem, mesmo assim, considerar admissíveis para os dois primeiros controlos (Consumo Colectivo e VTxC).

Mas, tal já não se verifica para o outro controlo - a Taxa de juro - já que, em nenhuma hipótese ou alternativa da presente SITUAÇÃO, se obtém uma série de valores aceitáveis para este controlo. Como explicações para este facto, tal como fomos referindo nas análises anteriores, podemos encontrar a definição da própria série da Taxa de juro, o modelo escolhido para representação do

sistema económico, as dificuldades que este instrumento revela para controlar o sistema e, ainda, o tipo de regra de controlo adoptada.

Apesar de todas estas reservas sobre o realismo dos valores para os controlos, não deixamos também de verificar que obtemos séries para os quatro objectivos escolhidos que, de uma forma geral, se podem considerar admissíveis.

Confirma-se, assim, a conclusão retirada no Capítulo III sobre a controlabilidade do sistema - a controlabilidade estado não se verifica mas, a controlabilidade output (dos objectivos) parece assegurada.

4) Significativa nos parece também a constação, já referida anteriormente, que os melhores resultados se obtêm com a hipótese de prioridade atribuída ao Consumo Privado, seguindo-se a que dá prioridade aos valores do Produto Interno Bruto.

A maior valorização da estabilidade dos preços (Variação trimestral do IPC) não se revelou benéfica para nenhum dos objectivos e a maior distorção de todo o sistema obtém-se quando se atribui maior prioridade ao Investimento Total.

Finalmente, digamos, a título de conclusão, que, matematicamente, a metodologia parece funcionar. A sua aplicação permite-nos determinar os níveis de controlos que, em teoria, seriam capazes de conduzir o sistema para os objectivos. Mas, na prática, um dos controlos - a Taxa de juro - teria que seguir valores quase sempre impossíveis do ponto de vista económico.

Não é uma conclusão imprevisível, se tivermos presentes as características do modelo escolhido, modelo que se revelou controlável, mas apenas para os quatro objectivos escolhidos e,

sujeito à influência de variáveis não sujeitas a qualquer controlo (Importações e Exportações) e de factores autónomos com evolução aleatória.

O tipo de regra de controlo escolhida, ao admitir ainda a evolução autónoma dos próprios controlos, não permite anular totalmente a evolução autónoma e, até certo ponto aleatória, do modelo escolhido.

Para ultrapassar estas dificuldades iremos, nas outras duas SITUAÇÕES que incluímos nesta SEGUNDA PARTE, modificar a metodologia de determinação dos controlos e analisar os resultados a que eventualmente nos conduziram.

3. RESOLUÇÃO DO PROBLEMA - SITUAÇÃO II

Nesta segunda SITUAÇÃO, vamos tentar ultrapassar algumas das dificuldades surgidas na Situação anterior onde, como vimos, o sistema, por si só, nos fornecia os valores a utilizar para os controlos e que eram admissíveis para dois deles (Consumo Colectivo e Variação trimestral da Taxa de Câmbio) mas irrealistas para o terceiro (Taxa de juro).

Continuaremos a adaptar a metodologia proposta por Chow e, teremos presentes, as possíveis alterações dos controlos, mesmo sem introduzirmos equações explícitas para a sua restrição.

Recordando a Regra de Controlo que introduzimos no sistema

$$x_t = G_t y_{t-1} + g_t$$

sabemos que a matriz G_t nos fornece a forma possível de actuação dos controlos, tendo em vista a melhor aproximação do sistema aos objectivos pretendidos, e o vector g_t nos indica a variação autónoma dos controlos.

No nosso sistema admitimos três variáveis de controlo - o Consumo Colectivo (G), a Variação Trimestral da Taxa de Câmbio (VTxC) e a Taxa de juros (Txj).

Analisando as várias matrizes G_t obtidas na Situação anterior verificamos que, em todas elas, a coluna correspondente ao primeiro controlo - Consumo Colectivo - é nula, ou seja, este controlo, no nosso modelo, só varia autonomamente através das influências do vector g_t e é impossível influenciá-lo directamente.

O mesmo não se verifica para os outros dois controlos - VTxC e Txj - para esses é possível definir, previamente, valores e tentar analisar os resultados a que conduziriam. E, foi exactamente a Taxa de juros que levantou problemas na SITUAÇÃO anterior. Vejamos

até que ponto será possível ultrapassá-los com uma adaptação da metodologia que se traduzirá no seguinte:

1) O primeiro controlo, Consumo Colectivo, será tratado como na SITUAÇÃO I - definem-se valores desejáveis (os mesmos que utilizámos anteriormente - aumento de 4% em relação aos valores da série real) e deixa-se que o sistema forneça a série deste controlo, avaliando, ao nível da perda média, se os resultados se afastam muito dos desejados.

2) Para os outros dois controlos - Variação da Taxa de Câmbio e Taxa de juro - vamos admitir que os decisores têm possibilidades de lhes impor valores de evolução (ou, mesmo que não tenham, uma vez que a VTxC e a Txj estão sujeitas às forças de mercado e nem sempre seguem a evolução desejada pelos decisores da política económica, estes decisores podem estar interessados em analisar as respostas do sistema à eventual imposição destes valores para os controlos).

Vamos, pois, nesta SITUAÇÃO II, admitir que a Variação da Taxa de Câmbio e a Taxa de juro seguem, exactamente, os valores que considerámos desejáveis na SITUAÇÃO anterior - QUADRO 2 do Anexo desta SEGUNDA PARTE.

Com estas hipóteses para os controlos, na matriz K_t teremos as ponderações dos quatro objectivos e, ainda, do Consumo Colectivo, ou seja, uma diagonal com cinco valores diferentes de zero. Os últimos dois valores, correspondentes à VTxC e à Txj, serão, naturalmente, nulos.

Quanto às hipóteses e alternativas, seguiremos exactamente o que vimos na Situação anterior, considerando agora apenas as primeiras seis hipóteses (não tem sentido atribuir, agora, prioridade à VTxC e Txj que admitimos seguirem os valores que previamente definimos):

- 1) igual ponderação a todos
- 2) prioridade ao Consumo Privado
- 3) " ao Investimento Total
- 4) " ao PIB
- 5) " à Variação do IPC
- 6) " ao Consumo Colectivo

Na primeira hipótese (de igual ponderação a todos os objectivos e controlos) começamos também por considerar um factor de desconto $\beta = 1$, e, posteriormente, vamos admitir seis alternativas de valores para o factor de desconto:

- a) $\beta = 1,05$
- b) $\beta = 0,95$
- c) $\beta = 0,75$
- d) $\beta = 0,5$
- e) $\beta = 0,25$

Nas cinco hipóteses seguintes, só admitimos dois valores para o factor de desconto - primeiro $\beta = 1$ e, em alternativa:

- a) $\beta = 0,5$.

Para análise dos resultados obtidos seguiremos o processo da SITUAÇÃO anterior.

Começaremos pela hipótese 1) - de igual ponderação para todas as variáveis - com a apresentação do essencial sobre cada uma das alternativas de ponderação do factor de desconto, e sistematizando os resultados com os quadros dos desvios-padrão e das perdas médias.

Depois, faremos o mesmo para as hipóteses que atribuem prioridade a cada um dos objectivos (e, também, ao primeiro controlo, o Consumo Colectivo) e às respectivas alternativas com a diminuição do valor do factor de desconto.

3.1. SITUAÇÃO II - hipótese 1)

Tal como na SITUAÇÃO anterior, nesta primeira hipótese ponderam-se igualmente todos os objectivos (e o Consumo Colectivo) mas, agora, eliminando os valores das ponderações relativas aos dois últimos controlos - VTxC e Txj, com a seguinte matriz:

$$K = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix} \end{matrix}$$

matriz esta que, obviamente, que se manterá constante ao longo de todo o intervalo quando admitimos um $\beta = 1$.

A análise dos resultados - QUADROS 203-208 e GRÁFICOS 141-145 - revela-nos uma evolução razoável para os quatro objectivos, embora ligeiramente mais baixos do que os desejados (e dos que obtivemos na SITUAÇÃO anterior), sobretudo na segunda metade do intervalo, quando os preços sobem também mais do que os objectivos.

Entretanto, o Consumo Colectivo segue acima dos valores que definimos como desejáveis e, também, sobretudo na segunda parte do intervalo. É uma reacção aceitável, se tivermos presente a imposição dos valores dos outros controlos. Aliás, já no Capítulo III tínhamos definido como preferível a subida do Consumo Colectivo.

Ao nível da perda média simples e, apesar de agora valorizarmos apenas cinco variáveis, paga-se o "preço" de se querer impor maior realismo aos controlos e temos (QUADRO 208) 46 364,99 só para os quatro objectivos e 49 949,85 quando também consideramos o desvio do Consumo Colectivo.

3.1.1. SITUAÇÃO II - hipótese 1 - a) $\beta = 1,05$

Ao atribuirmos maior ponderação aos períodos finais do intervalo, com a utilização de um factor de desconto superior à unidade, não conseguimos, nesta SITUAÇÃO, melhorar nenhum resultado.

Pelo contrário, de acordo com os QUADROS 209-214 e GRÁFICOS 146-150, verificamos que nem o Investimento Total (que reagia na SITUAÇÃO anterior, aumentando com o incremento do β), consegue uma melhor aproximação aos objectivos. Claro que melhora, sobretudo na segunda parte do intervalo mas, não o suficiente.

Os outros três objectivos e o Consumo Colectivo afastam-se ainda mais dos valores desejados.

A perda média simples, naturalmente, que também sobe, sendo agora 547 975,60 (objectivos) e 589 958,58 (com o Consumo Colectivo) - QUADRO 215.

Com a introdução do ponderador já utilizado na SITUAÇÃO anterior:

$$\frac{1 - \beta^T}{1 - \beta}$$

obtemos a perda média ponderada que, como referimos, não está tão dependente do valor atribuído ao factor de desconto β e será, neste caso, 114 349,4 (só para os quatro objectivos) e 123 110,4 (para as cinco variáveis endógenas).

3.1.2. SITUAÇÃO II - hipótese 1 - b) $\beta = 0,95$

Contrariamente à alternativa anterior, verifica-se agora uma ligeira melhoria nos resultados de todas as variáveis.

Nos QUADROS 215-219 e GRÁFICOS 151-155 vemos que, apesar da ligeira subida, o Consumo, o Investimento (este só na segunda parte do intervalo) e o PIB seguem abaixo dos objectivos. A variação do IPC também segue um pouco acima da média que tomámos como referência na segunda parte mas não diverge demasiado. O Consumo Colectivo baixa ligeiramente mas mantém-se sempre acima do previsto.

Na perda média simples, a diminuição do factor de desconto faz-se sentir e temos 3 954,58 só para os objectivos e 4 310,06 com o primeiro controlo (QUADRO 220). Os valores da perda média ponderada são, naturalmente, superiores, e obtemos 11 391,3 (objectivos) e 12 415,3 (adicionando o Consumo Colectivo).

3.1.3. SITUAÇÃO II - hipótese 1 - c) $\beta = 0,75$

Continuando a descer o valor do factor de desconto mantém-se a tendência para a melhoria dos resultados (QUADROS 221-225 e GRÁFICOS 156-160) de todas as variáveis, incluído o Investimento que, mais uma vez, é superior aos objectivos apenas na primeira parte do intervalo e depois desce bastante.

O Consumo e o PIB seguem sempre abaixo da linha dos objectivos mas, agora, a uma distância inferior. A Variação do IPC aproxima-se mais do objectivo e só diverge um pouco nos últimos trimestres.

O Consumo Colectivo continua a reagir à imposição dos valores dos outros controlos e mantém-se cima do real e do previsto mas,

também ele, converge mais do que nas hipóteses anteriores desta SITUAÇÃO.

Na perda média simples faz-se sentir, como sabemos, não só a relativa melhoria dos resultados mas, sobretudo, os novos valores da matriz K_t que, diminuem com o avançar do intervalo, quando adoptamos factores de desconto inferiores à unidade. De acordo com o QUADRO 226, a perda média correspondente ao afastamento dos objectivos é 79,70 e se incluirmos a divergência do Consumo Colectivo temos 100,56.

Com a introdução da perda média ponderada consegue-se que a descida dos valores não seja tão acentuada e obtemos 1 075,9 (só para os objectivos) e 1 357,5 (se incluirmos o controlo endógeno).

3.1.4. SITUAÇÃO II - hipótese 1 - d) $\beta = 0,5$

Seguindo a tendência das alternativas anteriores, verificamos mais melhorias dos resultados (QUADROS 227-231 e GRÁFICOS 161-165) de todas as variáveis com a descida do factor de desconto.

No entanto, a melhoria relativa não é ainda suficiente para o Consumo, o Investimento (este, uma vez mais, apenas na segunda parte) e o PIB atingirem os objectivos.

A Variação do IPC só consegue, agora, na primeira parte do intervalo, ser inferior à média que definimos para objectivo e continua a divergir um pouco nos últimos trimestres.

No Consumo Colectivo a subida é agora menor mas, mantém a tendência para subir que, como referimos, vai de encontro ao resultados obtidos no Capítulo III, mantendo-se, no entanto, superior ao que definimos como objectivos.

A perda trimestral com um factor de desconto tão baixo é quase nula a partir do terceiro ano do intervalo de controlo, e, de perda média simples temos apenas 21,55, para os quatro objectivos e 25,44, adicionando o Consumo Colectivo - QUADRO 232. Utilizando a perda média ponderada, obtemos 582,0 (só objectivos) e 686,9 (objectivos e controlo endógeno).

3.1.5. SITUAÇÃO II - hipótese 1 - e) $\beta = 0,25$

Ao contrário do que se verificava na SITUAÇÃO anterior (que, recorde-se, diferia da presente porque os valores dos três controlos eram fornecidos pelo sistema e agora impomos os valores da Variação da Taxa de Câmbio e da Taxa de juro) temos nesta SITUAÇÃO II, uma constante melhoria dos resultados com a descida dos valores do factor de desconto.

Assim, e de acordo com os QUADROS 233-237 e GRÁFICOS 166-170, atingimos os melhores resultados desta primeira hipótese (onde atribuímos igual ponderação aos quatro objectivos e ao único controlo que pode variar) com esta ponderação tão baixa do factor de desconto ($\beta = 0,25$).

Apesar da intensidade atribuída aos objectivos ser extremamente baixa e diminuir com o avanço do intervalo de controlo, o Consumo Privado está muito próximo da linha dos objectivos, e o PIB é quase coincidente. O Investimento é superior aos objectivos na primeira parte do intervalo e inferior na segunda mas, em média, ligeiramente superior ao definido. A Variação do IPC é muito semelhante à verificada na hipótese anterior - primeiro inferior ao que definimos para os objectivos em muitos trimestres mas diverge um pouco na parte final.

Também ao nível do Consumo Colectivo se regista grande convergência. Há trimestres em que é coincidente com o desejado e,

mesmo quando se afasta, sobretudo nos últimos trimestres, nunca parece exagerado.

A perda trimestral só tem algum significado no primeiro ano do intervalo de controlo, depois é extremamente baixa e, de perda média simples temos, nesta hipótese, apenas 3,16 para os objectivos, e 3,54, adicionando o Consumo Colectivo - QUADRO 238. Claro que a perda média ponderada não desce tanto mas, mesmo assim, obtemos apenas 128,1 (só objectivos) e 143,6 (adicionando o controlo).

*

* *

A terminar a análise dos resultados obtidos nesta primeira hipótese, onde, recorde-se, se atribui igual ponderação aos quatro objectivos e ao controlo Consumo Colectivo, verificamos que, é agora notória a melhoria dos resultados obtidos para todas as variáveis com a diminuição do factor de desconto β .

É uma conclusão que se tornará mais visível com a comparação dos valores das médias das séries (reais, das que definimos como desejáveis e das que resultam da introdução dos controlos) e dos desvios-padrão, calculados entre as séries que se obtêm com a utilização dos controlos e as séries que previamente definimos com os valores que gostaríamos de atingir (objectivos), que apresentamos no quadro seguinte:

MÉDIAS DAS SÉRIES - REAIS, DOS OBJECTIVOS E COM CONTROLOS
(PARA AS SEIS ALTERNATIVAS DE FACTORES DE DESCONTO)

	C	I	PIB	VP	G
MÉDIA REAL	703,9	289,1	1037	1,059	170
MÉDIA OBJECT	708,4	290,3	1041	1,059	177
$\beta = 1.$	669,4	224,7	930,1	1,106	220,9
a) $\beta = 1,05$	668,9	220,5	925,5	1,108	223,4
b) $\beta = 0,95$	670,0	229,4	935,2	1,103	218,3
c) $\beta = 0,75$	673,3	259,2	965,9	1,086	210,0
d) $\beta = 0,5$	679,2	285,8	995,5	1,075	196,2
e) $\beta = 0,25$	686,5	305,3	1020,9	1,066	185,2

DESVIOS-PADRÃO ENTRE A SÉRIE COM CONTROLOS E A SÉRIE DOS
OBJECTIVOS

	C	I	PIB	VP	G
$\beta = 1.$	48,971	133,135	161,994	0,081	59,874
a) $\beta = 1,05$	50,511	137,577	169,165	0,085	63,403
b) $\beta = 0,95$	47,271	128,416	154,224	0,078	56,137
c) $\beta = 0,75$	39,534	98,771	109,899	0,060	44,101
d) $\beta = 0,5$	30,961	84,278	70,398	0,054	27,468
e) $\beta = 0,25$	27,066	81,793	37,676	0,054	14,115

Esta é, aliás, a principal diferença em relação ao que se verificava na SITUAÇÃO I (onde os valores dos três controlos eram fornecidos pelo sistema). Para esta mesma hipótese, na altura verificámos que a descida do factor de desconto só era desejável até determinado ponto, abaixo do qual pioravam todos os resultados.

A explicação talvez resida na imposição dos valores para dois dos controlos que torna agora preferível a diminuição da intensidade com que se pretendem atingir os objectivos. Poderemos admitir que

há um certo "limite", desconhecido, para a reacção do sistema à actuação dos decisores.

Na SITUAÇÃO anterior, com controlos fornecidos directamente pelo sistema, parecia ser necessário aumentar a intensidade com que se pretendiam atingir os objectivos e, com um valor de β muito baixo, os controlos tinham muito pouco efeito.

Na presente SITUAÇÃO, os decisores, ao pretenderem definir, a priori, os valores da Variação da Taxa de Câmbio e da Taxa de juro, terão que "moderar" a sua posterior actuação sobre o sistema e, parece que, uma forma de o conseguir, será pela diminuição do valor atribuído ao factor de desconto β .

No entanto, como a definição deste factor, também tem, como sabemos, influência sobre as opções de valorização temporal dos resultados (opções de curto/médio prazo) e, quanto menor o seu valor, menor a ponderação que se atribui ao final do intervalo de controlo, a descida do factor de desconto irá piorar os resultados que se obtêm no final do intervalo de controlo. Como podemos verificámos, por exemplo, para a que se revelou melhor alternativa, a de $\beta = 0,25$, os resultados são globalmente positivos mas pioram nos últimos trimestres do intervalo.

Outra diferença significativa em relação à SITUAÇÃO anterior (onde, recorde-se, tínhamos a definição dos controlos pelo sistema) é o comportamento do Investimento.

Na SITUAÇÃO anterior, a melhor alternativa para o Investimento (ao contrário do que acontecia com todas as outras variáveis) era a utilização de um factor de desconto β superior à unidade. De uma forma geral e, apesar da ligeira flutuação dos resultados, o Investimento divergia para valores, tão acima dos objectivos que, se tornavam inverosímeis (mesmo sem termos presente a relação entre os níveis de Investimento e a capacidade produtiva do país).

Nesta SITUAÇÃO II (impondo os valores de dois dos controlos), o Investimento, embora continue, em média, superior aos objectivos, mantém a tendência de ser superior à linha dos objectivos na primeira parte do intervalo e, depois, desce (tanto mais quanto menores as ponderações atribuídas aos objectivos com factores de desconto inferiores à unidade) mas, não chega a atingir valores que possamos considerar absurdos.

O Consumo Privado e o Produto Interno Bruto têm dificuldades para atingir os objectivos definidos - apenas na última alternativa (com $\beta = 0,25$) se consegue alguma coincidência. Mas, mesmo nas alternativas anteriores, quando não atingem os objectivos, o desvio nunca é exageradamente alto.

A Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor tem um comportamento bom em todas as alternativas, mesmo quando diverge um pouco da média que definimos para valor-objectivo, nunca se afasta demasiado.

No Consumo Colectivo, verificamos diferenças significativas em relação aos valores da SITUAÇÃO anterior. Recorde-se que, ele é, agora, o único controlo a reagir às exigências dos objectivos, os valores dos outros dois controlos - Variação da Taxa de Câmbio e Taxa de juro - são impostos pelos decisores.

Se tivermos presentes as conclusões do Capítulo III, que apontavam como desejável a subida do Consumo Colectivo (e, ainda, a descida da T_xj e, com algumas reservas, também a descida da VT_xC - situação que agora se verifica, com a imposição de Taxas de juro sempre um ponto abaixo das reais e de uma Variação da Taxa de Câmbio também ligeiramente abaixo da série real) não será de estranhar a tendência geral para a subida do Consumo Colectivo que se verifica em todas as alternativas desta SITUAÇÃO.

Para terminar a análise dos resultados obtidos nas várias alternativas desta primeira hipótese (de igual ponderação de todas as variáveis endógenas) apresentamos as perdas médias simples e ponderadas no quadro seguinte:

	PERDA MÉDIA objectivos	SIMPLES obj + control	PERDA MÉDIA objectivos	PONDERADA obj + control
$\beta=1$	46 364,99	49 949,85		
$\beta=1,05$	547 975,60	589 958,58	114 349,5	123 110,4
$\beta=0,95$	3 954,58	4 310,06	11 391,3	12 415,3
$\beta=0,75$	79,70	100,56	1 075,9	1 357,5
$\beta=0,5$	21,55	25,44	582,0	686,9
$\beta=0,25$	3,16	3,55	128,1	143,6

Apesar das limitações deste indicador, enquanto critério de hierarquização das melhores alternativas, verifica-se que, na presente SITUAÇÃO, ao contrário do que se verificava na anterior, a melhor escolha parece coincidir com a que apresenta menores valores de perda média - a alternativa com o factor de desconto mais baixo ($\beta=0,25$), que será, também, indício de uma maior valorização dos resultados do muito curto prazo em detrimento de opções com horizonte mais lato.

Verificamos, assim, que a alteração metodológica na determinação dos controlos, mesmo mantendo todos os outros parâmetros e fórmulas de cálculo, nomeadamente a função objectivo e o papel preponderante do factor de desconto β , conduz a outros resultados e poderia implicar outra opção de políticas (se, eventualmente, o problema servisse de orientação nas escolhas dos decisores).

É, no entanto, uma alteração metodológica que nos permite introduzir maior realismo na determinação de políticas possíveis (recordemos que, na SITUAÇÃO anterior, os valores das Taxas de juro eram sempre inadmissíveis).

Mas, o "preço" desse possível realismo traduz-se numa subida (às vezes um pouco exagerada) dos valores do Consumo Colectivo e, sobretudo, numa maior dificuldade na obtenção dos objectivos, o que também não será de estranhar se recordarmos que, pelo menos o Consumo Privado e o Investimento Total, já revelaram que reagem mal à utilização simultânea dos três controlos e, sobretudo, se tivermos presente que os valores da VTxC e da Txj foram escolhidos quase arbitrariamente - há poucas certezas de que sejam esses os valores mais adequados.

Veremos, de seguida, os resultados que obtemos mantendo a metodologia de definição dos controlos que adoptamos nesta SITUAÇÃO mas, continuando com as hipóteses de diferenciação das prioridades atribuídas aos objectivos (e, neste caso, também ao único controlo endógeno - o Consumo Colectivo), tal como fizemos na SITUAÇÃO anterior.

3.2. SITUAÇÃO II - hipótese 2)

Começando pela hipótese de total valorização do Consumo Privado, o que, tal como na SITUAÇÃO anterior, não significa qualquer alteração nos objectivos previamente definidos mas, se traduz apenas na introdução de uma matriz K semelhante à que então utilizámos (valor 100 correspondente ao primeiro objectivo, todos os outros valores 1 mas, agora, com dois zeros para os últimos controlos - VTxC e Txj) obtemos os resultados que apresentamos nos QUADROS 239-243 e GRÁFICOS 171-175.

Mais uma vez se verifica que, o Consumo Privado "obedece" às orientações transmitidas e é quase coincidente com a linha dos

objectivos ao longo de todo o intervalo de controlo. Entretanto, o Investimento, segue também muito perto dos objectivos na primeira parte do intervalo e, depois, desce bastante, ficando a uma média mais baixa do que a pretendida.

O PIB também atinge os objectivos na grande maioria dos trimestres; só se afasta pelo final do intervalo. A Variação do IPC segue, também, a níveis admissíveis até quase metade do intervalo e, no final, sobe mas, mantendo sempre valores que podemos considerar admissíveis.

Quanto ao Consumo Colectivo, segue a tendência de ser superior ao previsto, reagindo à imposição dos valores para os outros dois controlos.

Na perda média simples, de acordo com o QUADRO 244, temos 25 062,39, só para os quatro objectivos e 27 092,12, quando adicionamos o desvio do Consumo Colectivo.

Verificamos, assim que, apesar da diminuição do número de variáveis (excluem-se os dois últimos controlos que, como sabemos não se podem afastar dos valores previstos) há uma ligeira subida em relação às perdas obtidas na SITUAÇÃO I, quando os valores dos três controlos eram fornecidos pelo sistema.

Mais uma vez, o sistema reage às novas restrições. A exigência de maior realismo, com a imposição dos valores dos dois últimos controlos, traduz-se na maior dificuldade na aproximação aos objectivos e na subida dos valores do único controlo que varia.

3.2.1. SITUAÇÃO II - hipótese 2 - a) $\beta = 0,5$

Com a diminuição do valor do factor de desconto para $\beta=0,5$, e mantendo a hipótese de prioridade absoluta ao Consumo Privado, conseguem-se melhorar os resultados de todas as variáveis - QUADROS 245-249 e GRÁFICOS 176-180.

O Consumo Privado, agora, quase não se distingue dos objectivos, o PIB só se afasta ligeiramente nos últimos três anos. O Investimento, também só se afasta nos últimos cinco anos e tem uma média bem próxima dos objectivos. A Variação do IPC aproxima-se muito da média que definimos como objectivo e, só se desvia um pouco mais, pelos últimos anos.

Estes bons resultados para os objectivos são acompanhados de uma descida significativa dos valores do Consumo Colectivo que, agora, só nalguns trimestres é superior ao definido, verificando-se, assim, mais uma vez que, o sistema, nesta SITUAÇÃO, reage melhor a uma menor intensidade na obtenção dos objectivos (a um β menor) como compensação pelas exigências de imposição dos valores de dois dos controlos escolhidos.

Ao nível da perda média simples temos, agora, no QUADRO 250, apenas 6,44 (objectivos) e 8,74 (do total das variáveis endógenas).

Esta descida de valores é, como sabemos, mais uma vez, resultado não só dos menores desvios da evolução das variáveis em relação aos objectivos mas, também, devida às ponderações mais baixas na matriz K_t como consequência do menor valor do factor de desconto.

É um efeito que, em parte se atenua com a introdução da perda média ponderada mas, a descida mantém-se significativa, obtendo-se 173,9 só para os objectivos e 236,1 (objectivos e controlo endógeno).

3.3. SITUAÇÃO II - hipótese 3)

Continuando a seguir a metodologia da SITUAÇÃO anterior (com as alterações apontadas de imposição dos valores de dois controlos), admitimos, agora, uma matriz de ponderações K que atribui total prioridade ao segundo objectivo - o Investimento Total.

Pelos QUADROS 251-255 e GRÁFICOS 181-185 verificamos que os resultados são muito piores que na hipótese anterior. Aliás, o mais notório, é o que se obtém para o Investimento - consegue ultrapassar ligeiramente os objectivos nos primeiros três anos mas, depois, afasta-se muito e, nos últimos trimestres, chega a valores negativos...

Ao nível do Consumo Colectivo, os valores são também tão elevados na segunda metade do intervalo que deixam de ser admissíveis.

Esta divergência das variáveis reflecte-se no aumento dos valores de perda média simples (QUADRO 256). Com um factor de desconto $\beta = 1$, obtemos 9 814 149 (só para os objectivos) e 9 992 950, (quando adicionamos o Consumo Colectivo).

3.3.1. SITUAÇÃO II - hipótese 3 - a) $\beta = 0,5$

A divergência dos resultados mantém-se nesta hipótese de prioridade ao Investimento Total quando se admite um factor de desconto mais baixo ($\beta = 0,5$) - QUADROS 257-261 e GRÁFICOS 186-190.

Há uma ligeira melhoria nos valores do Investimento que, no entanto, ainda atinge valores negativos nos últimos três trimestres.

Melhoram também um pouco os resultados da Variação do IPC e do Consumo Colectivo mas, mantêm-se bem distantes dos objectivos.

Apesar da descida do valor do factor de desconto, a perda média simples (QUADRO 262) é ainda 737,6 (objectivos) e 744,6 (para as cinco variáveis endógenas). Valores que são, naturalmente, mais elevados, quando introduzimos a perda média ponderada que, agora, se situa nos 19 915,2 (só para os objectivos) e 21 103,0 (adicionando o Consumo Colectivo).

3.4. SITUAÇÃO II - hipótese 4)

Dando agora prioridade ao Produto Interno Bruto, obtemos (QUADROS 263-267 e GRÁFICOS 191-195) bons resultados para todas as variáveis e, não só, para o PIB. Até o Consumo Colectivo, apesar de ligeiramente mais alto que os valores desejados, não sobe para valores que possamos considerar exagerados.

A perda média simples - QUADRO 268 - é 5 089,75 (objectivos) e 7 684,32 (com o Consumo Colectivo).

3.4.1. SITUAÇÃO II - hipótese 4 - a) $\beta = 0,5$

Mantendo a prioridade ao Produto Interno Bruto, e descendo o valor do factor de desconto, obtemos alguma melhoria nos valores do PIB e uma ligeira descida dos valores do Consumo Colectivo mas, pioram, ligeiramente, os ajustamentos das outras variáveis, mantendo-se, no entanto, em níveis muito aceitáveis - QUADROS 269-273 e GRÁFICOS 196-200.

Claro que, com a diminuição do factor de desconto, obtemos valores muito baixos na perda média simples (QUADRO 274) - 2,03 para os objectivos e 12,59 para todas as variáveis endógenas. Mas, a descida da perda média ponderada, é também muito

significativa, e temos 54,9 (só objectivos) e 339,9 (com o Consumo Colectivo).

3.5. SITUAÇÃO II - hipótese 5)

Prosseguindo com a metodologia, damos agora prioridade ao último objectivo - Variação trimestral do Índice de Preços no Consumidor. No entanto, os resultados obtidos para esta variável (QUADROS 275-279 e GRÁFICOS 201-205) conseguem ser piores do que na hipótese anterior em que demos prioridade ao PIB.

As outras variáveis objectivo têm evoluções admissíveis, com o Consumo ligeiramente abaixo do desejado em quase todo o intervalo, tal como o PIB mas, este um pouco mais afastado dos objectivos. O Investimento segue acima dos objectivos, em grande parte do intervalo mas, nos últimos cinco anos diverge bastante.

O Consumo Colectivo é, como nas hipóteses anteriores, superior ao previsto e, agora, sobretudo na segunda parte do intervalo, a uma distância razoável.

Ao nível da perda média simples e, recordemos, com um factor de desconto $\beta = 1$, confirmamos os a divergência das variáveis dos valores desejados e temos, no QUADRO 280, 38 894,23 (só para os objectivos) e 42 724,80, adicionando o Consumo Colectivo.

3.5.1. SITUAÇÃO II - hipótese 5 - a) $\beta = 0,5$

Com esta hipótese, de prioridade à Variação do IPC, mas diminuído o valor do factor de desconto para $\beta = 0,5$, melhoramos os resultados de todas as variáveis - QUADROS 281-285 e GRÁFICOS 206-210. Mesmo assim, a convergência da Variação

do IPC consegue ser pior do que a que obtivemos na primeira alternativa (com $\beta=1$) da hipótese em que demos prioridade ao PIB.

Na perda média simples (QUADRO 286) obtemos 21,59 para os quatro objectivos e 25,48, quando adicionamos o Consumo Colectivo. Valores que são, naturalmente, mais elevados se calcularmos a perda média ponderada, atingindo 583,0 (só objectivos) e 687,9 (todas as variáveis endógenas).

3.6. SITUAÇÃO II - hipótese 6)

Para terminar a análise das hipóteses de prioridades absolutas às diferentes variáveis exógenas falta-nos a mais "artificial". Tendo o sistema quatro variáveis objectivo, vamo-nos preocupar com o nível de variação de um controlo e, tentar que o Consumo Colectivo coincida com os valores previamente definidos. Como vimos, nas hipóteses anteriores, ele subia, indo ao encontro das conclusões do Capítulo anterior e, ainda, provavelmente, como reacção à imposição dos valores dos outros dois controlos - VTxC e Txj.

De acordo com os resultados dos QUADROS 287-291 e GRÁFICOS 211-215, sistema reage e, de facto, o Consumo Colectivo é praticamente coincidente com os valores que definimos como desejáveis ao longo de todo o intervalo de controlo.

Mas, em compensação, temos o Consumo Privado e, sobretudo, o Investimento e o PIB, muito mais baixos. A Variação do IPC também diverge e, na última metade do intervalo, atinge valores bem elevados.

No QUADRO 292 confirmamos a convergência do Consumo Colectivo, já que a perda média simples que se obtém para os quatro objectivos é 153 208,2, valor quase coincidente com o que se obtém para as cinco variáveis endógenas: 153 367,49.

3.6.1. SITUAÇÃO II - hipótese 6 - a) $\beta = 0,5$

Mantendo a hipótese de prioridade ao Consumo Colectivo consideramos, agora, um factor de desconto mais baixo ($\beta=0,5$) e verificamos a melhoria dos resultados obtidos para todas as variáveis - QUADROS 293-297 e GRÁFICOS 216-220.

Claro que, ao nível da perda média simples (QUADRO 298) a descida de valores não reflete apenas a melhoria de resultados mas também o baixo valor do factor de desconto. Para os quatro objectivos temos 23,84 e, tal como na alternativa anterior, quase o mesmo, 23,88, quando adicionamos o Consumo Colectivo o que, também confirma a convergência deste controlo com os valores previamente definidos.

Situação semelhante se verifica se optarmos pelo cálculo da perda média ponderada. Neste caso, teríamos 643,6 (só para os objectivos) e um valor apenas ligeiramente superior, 644,8, se incluíssemos o Consumo Colectivo.

*

* *

Sistematizando, agora, os resultados destas cinco hipóteses de diferentes prioridades atribuídas às variáveis endógenas apresentamos, como temos vindo a fazer, os valores das médias das séries reais, das dos objectivos previamente definidos e das séries que se obteriam com a aplicação dos controlos e também os desvios-padrão calculados entre as séries que se obtêm com a aplicação dos controlos e as séries dos objectivos, continuando a apresentar em *itálico* os valores relativos às alternativas com um factor de desconto $\beta = 0,5$.

MÉDIAS DAS SÉRIES - REAIS, DOS OBJECTIVOS E COM CONTROLOS
(PARA AS HIPÓTESES DE PONDERAÇÃO DOS OBJECTIVOS)

	C	I	PIB	VP	G
MÉDIA REAL	703,9	289,1	1037	1,059	170
MÉDIA OBJECT	708,4	290,3	1041	1,059	177
2) C	708,0	221,5	984,9	1,117	210,3
a)	707,7	272,0	1022,4	1,086	190,2
3) I	641,7	102,1	791,1	1,194	176,7
a)	603,9	143,4	772,1	1,168	424,9
4) PIB	708,9	276,9	1040,8	1,075	198,8
a)	705,5	290,7	1040,9	1,076	195,9
5) VP	669,1	235,0	939,0	1,098	223,4
a)	679,2	285,8	995,5	1,074	196,3
6) G	667,7	134,7	843,7	1,173	178,0
a)	680,9	264,8	980,3	1,089	176,9

DESVIOS-PADRÃO ENTRE A SÉRIE COM CONTROLOS E A SÉRIE DOS
OBJECTIVOS

	C	I	PIB	VP	G
2) C	1,050	127,990	92,579	0,093	45,053
a)	0,910	80,738	55,135	0,064	23,031
3) I	72,884	311,49	325,635	0,205	422,849
a)	109,147	288,064	334,617	0,193	394,761
4) PIB	24,947	64,478	1,761	0,050	50,937
a)	37,019	89,346	0,929	0,065	30,884
5) VP	49,122	119,139	149,288	0,072	61,892
a)	30,998	84,281	70,435	0,054	27,479
6) G	51,967	261,371	286,693	0,172	1,262
a)	29,435	103,552	89,767	0,070	0,352

Pelos valores deste Quadro podemos confirmar algumas das conclusões anteriores.

O Consumo Privado, o Produto Interno Bruto e o Consumo Colectivo são as variáveis que melhor reagem às prioridades atribuídas, nas hipóteses 2), 4) e 6), respectivamente.

Quando se dá prioridade à Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor, hipótese 5), ela converge mas, o respectivo desvio-padrão consegue ser superior ao que se obtinha, para esta mesma variável, na hipótese anterior em que se dava prioridade ao PIB.

Entretanto, a pior de todas as hipóteses parece manter-se (tal como na SITUAÇÃO I) aquela em que se dá prioridade ao Investimento Total. Uma vez mais, não é só o Investimento que diverge - e aqui ele atinge valores negativos - como também os resultados para as outras variáveis são os piores de todas as hipóteses consideradas.

Os valores das perdas médias, simples e ponderadas, que se obtêm, nas várias hipóteses, ajudam a confirmar algumas destas conclusões.

	PERDA MÉDIA objectivos	SIMPLES obj + control	PERDA MÉDIA objectivos	PONDERADA obj + control
2) Cons.Priv.	25 062,39	27 092,12		
a)	6,44	8,74	173,9	236,1
3) Investim.	9 814 149	9992950,0		
a)	737,60	744,55	19 915,2	20 103,0
4) PIB	5 089,75	7 684,32		
a)	2,03	12,59	54,9	339,9
5) Var.IPC	38 894,23	42 724,80		
a)	21,60	25,48	583,0	687,9
6) Cons.Col.	153208,20	153367,49		
a)	23,84	23,88	643,6	644,8

São valores que confirmam que, a melhor de todas as hipóteses, é a que dá prioridade ao Produto Interno Bruto (embora, com a ligeira excepção, da alternativa em que privilegiamos a obtenção dos valores para o Consumo Privado, com um factor de desconto $\beta = 0,5$). Ao darmos maior ponderação ao PIB, hipótese em que, como já tivemos oportunidade de referir, conseguimos não só que o PIB mas, também, todos os outros objectivos apresentem séries muito próximas dos valores desejados.

Se quizessemos aceitar a validade da metodologia seguida, poderíamos ainda acrescentar que, com esta hipótese de prioridade absoluta ao Produto Interno Bruto, se demonstra que, teria sido possível conseguir²⁷, para o Consumo Privado e o PIB, valores um pouco superiores aos reais, não só em média como, com poucas oscilações, praticamente, ao longo de todo o intervalo em análise.

Simultaneamente, com esta hipótese, o Investimento Total poderia ser também mais estável e, em média, ligeiramente mais baixo do que o real (se escolhessemos um factor de desconto $\beta = 1$) ou também ele superior ao real (com um $\beta = 0,5$).

Para que tal pudesse ser viável, teríamos que nos sujeitar a uma ligeira subida da Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor e, ao nível dos controlos, aceitar a subida do Consumo Colectivo, sobretudo na última parte do intervalo e, naturalmente, assegurar a descida dos níveis dos outros dois controlos, VTxC e Txj para os valores previamente definidos.

A outra hipótese, com resultados geralmente piores que esta (à excepção da alternativa que utiliza um factor de desconto $\beta = 0,5$) mas, mesmo assim, razoáveis, é a que dá prioridade ao Consumo Privado.

²⁷ Recordemos que, os resultados desta hipótese, são apresentados no ANEXO desta SEGUNDA PARTE, nos QUADROS 263-268 e GRÁFICOS 191-195, para a hipótese 4) com um factor de desconto $\beta = 1$ e nos QUADROS 269-274 e GRÁFICOS 196-200 (para a alternativa desta hipótese que admite $\beta = 0,5$).

Recorde-se que na SITUAÇÃO I (onde os valores dos três controlos eram fornecidos pelo sistema) a melhor hipótese era a que dava prioridade ao Consumo Privado. Neste caso, a alteração da metodologia dos controlos, que introduzimos para tentar dar maior realismo nos controlos, conduz-nos a outros resultados - aliás, resultados que, não perdem sentido económico, uma vez que, o montante do PIB é, sem dúvida, uma das principais prioridades de qualquer agente decisor.

Entretanto, nesta SITUAÇÃO, continua a ser preferível dar prioridade ao montante do Consumo Privado do que à Variação Trimestral do Índice de Preços no Consumidor.

De todas, a pior hipótese é, ainda, a que dá prioridade ao Investimento Total.

Bastante artificial se revela, também, a hipótese 6) - dar prioridade a um controlo, neste caso, o Consumo Colectivo, em detrimento dos objectivos, parece ser forçar demasiado o sistema.

Outra constatação interessante, e que diferencia esta SITUAÇÃO da anterior, é o facto de que, agora, de uma forma geral, se continuarem a obter melhores resultados com um factor de desconto mais baixo.

Pensamos que podemos recorrer às explicações anteriores, ou seja, à necessidade de se optar por uma menor intensidade atribuída à obtenção dos objectivos, numa SITUAÇÃO como esta, em que, o decisor tem um papel determinante na escolha deliberada dos valores de dois dos controlos.

3.7. SITUAÇÃO II - Possíveis conclusões

A metodologia seguida nesta segunda situação tentou imprimir maior realismo aos valores dos controlos a seguir e teve por base a composição das matrizes G_t e vectores g_t obtidos na resolução do problema de controlo óptimo.

No nosso sistema, como vimos, as equações estimadas conduzem a situações diferentes para os três controlos - o primeiro, Consumo Colectivo, varia autonomamente, sob influência dos valores definidos no vector g_t e, para os outros dois, Variação da Taxa de Câmbio e Taxa de juro, é possível definir valores e testar os resultados a que conduzem.

Nesta SITUAÇÃO II analisamos os resultados a que conduziria a eventual imposição de valores para os últimos dois controlos e verificamos:

1) Com a alteração metodológica, os resultados apresentam algumas diferenças em relação aos obtidos na SITUAÇÃO anterior mas, não perdem sentido económico e as hipóteses preferíveis não se revelam absurdas.

2) A exigência de valores mais admissíveis para os controlos tem os seus "custos" que se manifestam, nomeadamente:

a) na maior dificuldade em se atingirem os objectivos - recordemos que, pelo menos dois deles, o Consumo Privado e o Investimento Total, de acordo com os cálculos efectuados no Capítulo III, reagem mal à utilização simultânea dos três controlos;

b) nos níveis mais elevados do Consumo Colectivo - o controlo a que não impomos os valores e que reage disparando, nalgumas hipóteses, para níveis pouco desejáveis - resultado que, também, vai ao encontro das conclusões do Capítulo III onde, definimos como tendências desejáveis para utilização dos controlos, a subida do Consumo Colectivo, (e, ainda, a descida da Taxa de juro e, com algumas reservas, também a descida da Variação da

Taxa de Câmbio). A questão que, obviamente, se coloca agora é a da existência, ou não, de um limite que se considere aceitável para a subida do Consumo Colectivo e, naturalmente, também a da garantia de se cumprirem os valores definidos, a priori, para os outros dois controlos.

3) Tal como na SITUAÇÃO anterior, os valores das perdas médias e dos vários desvios-padrão utilizados na análise dos resultados, são extremamente dependentes da escolha arbitrária de alguns parâmetros - a composição da matriz K de valorização dos objectivos e, sobretudo, do factor de desconto β que traduz a valorização temporal que se atribui à obtenção dos objectivos.

4) A principal reserva, no entanto, que nos poderá levantar a metodologia seguida nesta SITUAÇÃO II será, como fomos referindo, a própria imposição dos valores dos controlos seguidos.

Apesar de analisarmos um período em que a Taxa de Câmbio e a Taxa de juro foram definidas administrativamente, será difícil aceitar uma situação em que as autoridades decisoras tenham poder, não só para impor os valores da Variação da Taxa de Câmbio e, sobretudo, da Taxa de juro em termos reais.

Mesmo que tal fosse possível, surgiria, desde logo, a questão - e porquê os valores utilizados ao longo desta SITUAÇÃO e não outros, com que critérios foram definidos? Será uma questão a que procuraremos de alguma forma responder na SITUAÇÃO III.

Por agora, poderemos, talvez, dizer que, ao artificialismo dos resultados da primeira SITUAÇÃO, podemos agora contrapor com o irrealismo²⁸ de algum decisor de política económica poder impor valores a seguir por controlos como a Variação da Taxa de

²⁸ Irrealismo actual mas, na época não era totalmente absurdo, pelas condições específicas vividas na economia portuguesa, com muitas medidas administrativas, hoje quase impensáveis.

Câmbio ou a Taxa de juros - variáveis dependentes das forças de mercado que actuam tanto no plano interno como externo.

É um irrealismo presente em qualquer problema de controlo óptimo. Não só os agentes económicos decisores não são apenas o Governo e o Banco Central, como é impossível abarcar com um modelo, por mais detalhado e bem estimado que ele seja, todos os factores capazes de explicar a prever exactamente a evolução de qualquer variável.

5) Haverá, no entanto, também que sublinhar que, com a aplicação de metodologias de controlo óptimo a problemas de política económica não se procuram respostas exactas para a definição de políticas. Não é, nem será nunca, possível definir Regras de Controlo "universais", capazes de indicar os valores dos controlos a seguir para atingir determinados objectivos.

Um problema de controlo óptimo poderá, apenas e só, fornecer algumas orientações de tendência, em hipóteses alternativas, procurando ter sempre presentes todas as arbitrariedades inerentes à própria metodologia de cálculo.

Mesmo com todas as limitações, poderá, eventualmente, revelar-se útil, como orientação e contributo para uma maior transparência das decisões de política económica, poder comparar resultados de diferentes hipóteses e alternativas das medidas de política a seguir.

4. Resolução do problema - SITUAÇÃO III

Nesta terceira SITUAÇÃO, tentaremos analisar os resultados obtidos com ensaios de hipóteses alternativas de valores a impor para duas das variáveis de controlo - a Variação Trimestral da Taxa de Câmbio e a Taxa de Juros.

Retomando a metodologia, recordemos que, o problema de controlo óptimo se pode formular em termos estocásticos, com a definição do comportamento do sistema económico utilizando uma equação do tipo

$$y_t = A y_{t-1} + C x_t + b_t + u_t$$

onde o vector u_t representa as perturbações aleatórias que actuam sobre o sistema.

As duas SITUAÇÕES anteriores foram resolvidas em termos que podemos considerar puramente deterministas. As hipóteses e alternativas apresentadas eram, como vimos, definidas pela diferente escolha de parâmetros na valorização dos vários objectivos através da matriz K_t e, ainda, do factor de desconto β que nos indica a intensidade com que se pretenderá atingir esses objectivos numa perspectiva temporal.

Para se formular o problema em termos estocásticos, teríamos que tentar definir hipóteses de valores para as variáveis incluídas no sistema. No nosso exemplo, como sabemos, há vários tipos de variáveis:

1) As quatro variáveis objectivo - o Consumo Privado, o Investimento Total, o Produto Interno Bruto e a Variação Trimestral do IPC - são variáveis endógenas, cujos valores serão definidos com a resolução do problema.

2) As três variáveis de controlo - o Consumo Colectivo, a Variação Trimestral da Taxa de Câmbio e a Taxa de juro das operações activas em termos reais. Seguindo a metodologia da

SITUAÇÃO II, podemos endogeneizar o primeiro controlo e obter os seus valores como resposta do sistema. Os outros dois controlos serão considerados como variáveis exógenas.

3) No sistema considerámos ainda duas outras variáveis não sujeitas a qualquer controlo - as Importações e Exportações, cuja influência se inclui, juntamente com a evolução autónoma das outras variáveis estimadas, no vector b_t da equação anterior.

O sistema está, assim, sujeito a vários tipos de perturbações e, a consideração da sua evolução em termos estocásticos - a definição dos valores a incluir no vector u_t - terá que partir da formulação de hipóteses de alteração das variáveis.

Poderíamos, neste caso, tentar analisar os resultados previsíveis sobre os objectivos de variações (positivas e negativas) das variáveis não sujeitas a nenhum controlo - por exemplo, que efeitos serão de prever com um aumento de 5% do valor das Exportações, ou uma descida de 2% das Importações, etc.

Nesta SITUAÇÃO III, o que vamos questionar é a possibilidade de variação das duas variáveis de controlo que admitimos como exógenas - Variação da Taxa de Câmbio e Taxa de juro - e analisar os resultados que obteríamos com as várias combinações possíveis das hipóteses para os seus valores.

Em termos metodológicos, seguiremos o que fizemos na SITUAÇÃO anterior mas, admitindo, agora, intervalos de variação para os controlos referidos e testando a evolução do sistema com a imposição desses valores.

Para a Variação da Taxa de Câmbio vamos considerar seis hipóteses num intervalo de $[-2\%, +2\%]$, ou seja, multiplicaremos a VTxC real pelos seguintes valores (QUADRO 299):

$$\begin{aligned}
\text{VTxC } 1 &= \text{VTxC real} \times 0,98 \\
\text{VTxC } 2 &= \text{VTxC real} \times 0,985 \\
\text{VTxC } 3 &= \text{VTxC real} \times 0,99^{29} \\
\text{VTxC } 4 &= \text{VTxC real} \times 1,01 \\
\text{VTxC } 5 &= \text{VTxC real} \times 1,015 \\
\text{VTxC } 6 &= \text{VTxC real} \times 1,02
\end{aligned}$$

Para a Taxa de juro, o intervalo de variação será [-3, +3], ou seja, as seis hipóteses serão formuladas subtraindo/adicionando valores à Taxa de juro em termos reais, que anteriormente definimos (QUADRO 300):

$$\begin{aligned}
\text{Tj } 1 &= \text{Tj real} - 3 \\
\text{Tj } 2 &= \text{Tj real} - 2 \\
\text{Tj } 3 &= \text{Tj real} - 1^{30} \\
\text{Tj } 4 &= \text{Tj real} + 1 \\
\text{Tj } 5 &= \text{Tj real} + 2 \\
\text{Tj } 6 &= \text{Tj real} + 3
\end{aligned}$$

A partir destas seis hipóteses alternativas para cada um dos dois controlos exógenos, construímos 36 ENSAIOS com todas as combinações possíveis das diferentes alternativas, pela ordem seguinte:

	Tj 1	Tj 2	Tj 3	Tj 4	Tj 5	Tj 6
VTxC 1	E.1	E.2	E. 3	E.4	E.5	E.6
VTxC 2	E.7	E.8	E.9	E.10	E.11	E.12
VTxC 3	E.13	E.14	E.15	E.16	E.17	E.18
VTxC 4	E.19	E.20	E.21	E.22	E.23	E.24
VTxC 5	E.25	E.26	E.27	E.28	E.29	E.30
VTxC 6	E.31	E.32	E.33	E.34	E.35	E.36

²⁹ A VTxC 3 que aqui consideramos corresponde aos valores que impusemos à VTxC na SITUAÇÃO anterior.

³⁰ Valor que, também, corresponde ao que utilizámos na SITUAÇÃO anterior.

Para avaliar os resultados destes 36 Ensaios utilizamos as três medidas que já fomos referindo na análise das Situações anteriores:

1) médias dos valores trimestrais das variáveis endógenas - temos, para comparação, a média da série real, a média da série dos valores que definimos para objectivos e as 36 médias, de cada um dos Ensaio

s.

2) desvios-padrão calculados, também, para os 36 Ensaio

s, para cada uma das variáveis endógenas, pela comparação entre os valores das séries obtidas com a aplicação dos controlos e as séries dos valores definidos para objectivos.

3) perdas médias - valores que, como sabemos, são referidos como critério de escolha da melhor combinação de controlos que seria a que apresentasse menor valor de perda média esperada e que resultam do cálculo da respectiva função objectivo:

$$\text{Min } E W = E \frac{1}{T} \left[\sum_{t=0}^T (y_t - a_t)' K_t (y_t - a_t) \right]$$

onde, recorde-se:

y_t = valores das variáveis endógenas (aqui, as quatro variáveis objectivo e o Consumo Colectivo) com a aplicação dos controlos;

a_t = valores dos objectivos, i.e., os níveis que desejaríamos que as variáveis endógenas atingissem;

K_t = matrizes das ponderações atribuídas aos objectivos que se obtêm com a resolução da fórmula:

$$K_t = \beta^t K$$

Como hipótese simplificadora, vamos admitir, nesta SITUAÇÃO III, que utilizamos sempre o mesmo factor de desconto $\beta=1$, ou seja, eliminamos a possibilidade de se dar diferente valorização temporal à obtenção dos vários objectivos (as alternativas apresentadas nas

SITUAÇÕES anteriores). Teremos, assim, matrizes K de valores constantes ao longo de todo o intervalo de controlo.

Na definição dos valores das matrizes K_t , ou seja, das ponderações atribuídas aos diversos objectivos, seguiremos as hipóteses da SITUAÇÃO II, eliminando, no entanto, aquela em que se dava prioridade ao controlo Consumo Colectivo, ou seja, utilizaremos apenas cinco hipóteses:

- 1) igual ponderação a todos
- 2) prioridade ao Consumo Privado
- 3) " ao Investimento Total
- 4) " ao PIB
- 5) " à Variação do IPC

4.1. SITUAÇÃO III - hipótese 1)

Nesta hipótese atribui-se igual ponderação a todas os objectivos, assim como, ao único controlo que admitimos como variável endógena - o Consumo Colectivo, ou seja, em todo o intervalo de controlo trabalhamos com a matriz:

$$K = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix} \end{matrix}$$

Com a introdução das combinações dos controlos Variação da Taxa de Câmbio e Taxa de juros pela ordem anteriormente definida construímos os 36 ENSAIOS que avaliamos com as três medidas referidas.

1) médias - QUADRO 301

Pelos dados do QUADRO 301 podemos verificar que, apesar de se aproximar bastante, em nenhum dos 36 Ensaio o Consumo Privado consegue atingir a média dos objectivos definidos nem, aliás, a média da série real. Pelas oscilações de valores, podemos ainda, e desde já, afirmar (GRÁFICO 221) que o Consumo Privado tem tendência a subir com o aumento da Variação da Taxa de Câmbio e a descer com o aumento da Taxa de juro. A confirmá-lo, temos o maior valor do Consumo Privado no Ensaio 31, com a VTxC 6 (correspondente à alternativa que considerámos com a maior valorização da moeda) e a Txj 1 (a menor Taxa de juro que admitimos).

Recordemos que, com esta hipótese de atribuição de igual ponderação a todos objectivos (e ao controlo que endogeneizamos, o Consumo Colectivo), já não obtivemos resultados muito brilhantes nas situações anteriores. Tudo indica que, ao pretendermos forçar o sistema a atingir, simultaneamente, níveis mais elevados para o Consumo Privado, o Investimento Total e o PIB exigindo, ainda para mais, a manutenção da estabilidade dos preços (medidos com a Variação trimestral do Índice de Preços no Consumidor), seguimos critérios, demasiados rígidos, que o sistema tem dificuldade em cumprir.

Não será, pois, de estranhar que, por exemplo, o Consumo Privado que, desde sempre, demonstrou não suportar muito bem a imposição dos três controlos em simultâneo, reaja e apresente, em média, valores inferiores ao desejado (e até aos valores reais).

Interessante será, também, verificar que, o Ensaio onde o Consumo Privado apresenta a média mais elevada (o Ensaio 31) onde, como dissemos, se utiliza a VTxC 6 e a Txj 1, apresenta também a menor média para o outro controlo - o Consumo Colectivo que, no entanto, é ainda superior ao real e superior ao que definimos como desejável.



Como tivemos oportunidade de referir no Capítulo III, o Consumo Colectivo é o controlo que, depois da VTxC, parece exercer maior influência sobre os valores do Consumo Privado.

Temos, neste caso, uma situação em que, face às enormes exigências que colocamos ao sistema, designadamente, com a igual ponderação atribuída a todos os objectivos e a manipulação simultânea dos três controlos, o Consumo Privado reage bastante mal e entra em aparente contradição com alguns resultados anteriores, nomeadamente, quanto ao efeito da VTxC e do próprio Consumo Colectivo.

Recorde-se que, no Capítulo III, concluímos que seria desejável, para o aumento do Consumo Privado, seguir-se uma política de desvalorização do escudo (acompanhada da descida da Taxa de juro e, se possível, também da subida do Consumo Colectivo). Neste caso, poderemos adiantar que, o efeito da utilização de uma Taxa de juro tão baixa (menos dois pontos do que a que utilizámos ao longo de toda a SITUAÇÃO II) terá que ser, desta vez, acompanhado por uma valorização da moeda sem exigir níveis de Consumo Colectivo demasiado elevados.

Quanto ao Investimento Total, contrariamente ao Consumo Privado, apresenta médias que atingem e conseguem até ultrapassar a média dos objectivos em alguns Ensaio, aumentando gradualmente (GRÁFICO 222) com a subida da VTxC e descendo claramente com subida da Txj. A média mais elevada deste objectivo obtem-se também no Ensaio 31 (recorde-se que com a VTxC 6 e a Txj 1) mas, com uma média de Investimento Total muito superior à média dos objectivos.

Recordemos que o Investimento Total é outro objectivo que reage mal à utilização simultânea dos três controlos, e que, desde sempre, revelou uma dinâmica de evolução muito própria, acompanhada de uma certa dificuldade de adaptação ao efeito dos controlos.

Neste caso, a explicação para maior média de Investimento Total que se obtém no Ensaio 31 (com VTxC 6 e Txj 1) vai ao encontro das conclusões que retirámos no Capítulo III, nomeadamente, quanto aos efeitos a prazo da alteração da Variação da Taxa de Câmbio ³¹ que era, sem dúvida, o controlo que melhor influência parecia exercer sobre os montantes do Investimento.

Não será, assim, de estranhar que uma relativa valorização da moeda, para mais acompanhada da significativa descida da Taxa de juro, possa contribuir para uma média tão elevada de Investimento Total. Quanto ao ligeiro aumento do Consumo Colectivo que, como vimos, também se verifica no Ensaio 36, não será, por si só, responsável pela subida do Investimento mas, pelo menos, e de acordo com os valores dos multiplicadores instantâneos e desfasados que apresentámos no Capítulo III, não deverá representar nenhum entrave àquela subida.

O Produto Interno Bruto, à semelhança do Consumo Privado, tem médias um pouco abaixo da média dos objectivos em todos os Ensaios. Apesar da pequena amplitude das oscilações no GRÁFICO 223, que indicia uma reacção mais moderada às variantes de combinações de controlos, as reacções não deixam de ser semelhantes às que se verificavam com variáveis anteriores, parecendo ser preferível a ligeira subida da VTxC e a queda dos valores da Txj. A melhor média dos valores do PIB atinge-se, também aqui, no Ensaio 31 (com a VTxC 6 e a Txj 1).

A interpretação destes resultados merecem-nos algum cuidado, nomeadamente, pelo facto, já referido no Capítulo III, de o PIB ser um objectivo muito permeável ao efeito da utilização simultânea dos três controlos. E, de todos eles, a Variação da Taxa de

³¹ Recorde-se que, com a análise dos valores dos multiplicadores desfasados concluímos que, num primeiro momento, a valorização da moeda (aumento da VTxC) poderia contribuir para a queda do Investimento Total, mas, logo no trimestre seguinte, obter-se-ia o efeito inverso - a valorização da moeda iria contribuir para o aumento do Investimento, intensificando-se esse aumento nos trimestres posteriores.

Câmbio será, sozinha e acompanhada, a que maior efeito exercerá sobre os montantes do PIB, como concluímos com a metodologia de "decomposição" do sistema. No entanto, a tendência desse efeito não surge de forma inequívoca - pela análise dos valores dos multiplicadores obtidos verificamos que, o impacto imediato de uma valorização da moeda (subida da VTxC) parece ser a descida do PIB, acentuando-se esta tendência no segundo trimestre mas, atenuando-se o efeito negativo com o decorrer dos trimestres, até se chegar à inversão do efeito (provocando um aumento do PIB) no oitavo trimestre.

Entretanto, como com a presente metodologia, se admite a utilização simultânea dos três controlos, o PIB não reagirá apenas à VTxC mas, também, ao incremento do Consumo Colectivo e à descida da Taxa de juro, tendências que se revelaram sempre favoráveis para o aumento do PIB mas que, nesta hipótese de igual ponderação para todas as variáveis endógenas, não se revelam suficientes para que a média do PIB consiga ser superior às médias da série real e da que definimos como objectivo.

Simultaneamente, e ainda de acordo com as médias obtidas nesta primeira hipótese de valorização dos objectivos (QUADRO 301) verificamos que, o comportamento das médias da Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor é simétrico do das outras variáveis objectivo - as médias são na maioria dos trimestres superiores à média da série real (que, recorde-se, admitimos como valores para os objectivos previamente definidos para todos os trimestres do intervalo de controlo).

Com o GRÁFICO 224 confirmamos a amplitude bastante pronunciada da variação das médias desta variável e, uma vez mais, as tendências da sua descida com o aumento da VTxC, e, inversamente, a sua subida se aumentarem os valores da Txj. A menor média da Variação do IPC (ou seja, uma menor inflação, que consegue ser, até, inferior à definida para objectivo) verifica-se,

uma vez mais, no Ensaio 31, com a VTxC 6 e a Txj 1, e a média do Consumo Colectivo é apenas ligeiramente superior à desejada.

Aliás, o Consumo Colectivo que, recorde-se é o único controlo que endogeneizamos nesta SITUAÇÃO III, apresenta em todos os 36 Ensaio desta Hipótese de igual ponderação dos objectivos, médias sempre superiores, tanto da média que definimos como desejável, como da média da série real. Tal como ao longo de toda a SITUAÇÃO II, o Consumo Colectivo parece reagir à imposição de valores para os outros dois controlos mas, sem atingir níveis que possamos considerar inadmissíveis.

Quanto às oscilações das médias destes 36 Ensaio, no GRÁFICO 225 verificamos que, embora sem amplitude muito pronunciada, elas diminuem um pouco com o incremento da VTxC e sobem, claramente, com o aumento da Txj. A menor média consegue-se, como já tivemos oportunidade de referir, com a combinação da VTxC 6 e a Txj 1 no Ensaio 31.

Ainda antes de passarmos à análise dos resultados desta Hipótese com as outras medidas calculadas, convirá sublinhar que, para os quatro objectivos escolhidos e até para o Consumo Colectivo, os melhores valores se obtêm sempre no Ensaio 31, com a utilização da alternativa 6 da Variação da Taxa de Câmbio (correspondente a uma maior valorização da moeda do que a da série real, ou seja, à subida de 2% dos valores obtidos para a VTxC real) e, ainda, da alternativa 1 da Taxa de juro (a série de valores mais baixos que definimos para este controlo, com menos 3 pontos do que a Txj real).

Confirma-se, assim, que os quatro objectivos não serão incompatíveis e que parece ser possível atingi-los sem aumentar demasiado os montantes do Consumo Colectivo. Quanto às alternativas de valores dos outros dois controlos, o facto de se exigirem Taxas de juro mais baixas é compatível com tudo o que até agora escrevemos sobre os efeitos previsíveis deste controlo sobre o sistema. Não será uma conclusão estranha, se tivermos

presente a evolução da economia portuguesa no período em análise, com Taxas de juro fixadas muitas vezes administrativamente, taxas que, mesmo em termos reais, foram muitas vezes consideradas demasiado elevadas e impeditivas da expansão da despesa interna, sobretudo do Investimento Total.

Quanto ao outro controlo exógeno, a Variação trimestral da Taxa de Câmbio, já sublinhámos o efeito determinante que parece exercer sobre a evolução do sistema, não sendo, no entanto, inequívoca a tendência do efeito que exerce, sobre cada um dos controlos, ao longo de todo o intervalo em análise.

A alternativa 6 utilizada no Ensaio 31 corresponde a uma Variação da Taxa de Câmbio de valores superiores em 2% aos reais, ou seja a uma maior valorização da moeda ou, pelo menos a uma desvalorização menos acentuada do que a que na realidade se verificou. É um resultado admissível, se tivermos presente que, a Taxa de Câmbio foi um dos instrumentos mais utilizados ao longo deste intervalo, tendo-se muitas vezes recorrido à deliberada desvalorização da moeda nacional, procurando-se, sobretudo, combater os desequilíbrios da Balança de Pagamentos com o fomento das Exportações e a restrição das Importações.

No caso presente, recorde-se que, estas duas variáveis, Exportações e Importações estão presentes no modelo estimado mas, como factores exógenos, com influência nos valores do vector b_t . Não será, pois, difícil de admitir que, se dermos prioridade aos quatro objectivos por nós definidos (Consumo Privado, Investimento Total, PIB e Variação trimestral do IPC) e ainda ao controlo que endogeneizamos (o Consumo Colectivo) se exija uma Variação da Taxa de Câmbio superior à real.

2) desvios-padrão - QUADRO 302

A análise dos valores obtidos nos 36 Ensaio para os desvios-padrão, entre as séries dos valores que se obteriam com a introdução dos controlos e, as séries dos valores que definimos como objectivos, vêm confirmar as conclusões anteriores.

Assim, o Consumo Privado, não apresenta desvios-padrão muito elevados e é clara a tendência de ligeira descida com o incremento da VTxC e, a subida destes desvios, quando se aumenta a Txj - GRÁFICO 226.

O Investimento Total tem desvios-padrão bastante mais elevados e amplitudes de variação muito pronunciadas (GRÁFICO 227).

Há, entretanto, uma grande diferença entre os valores e amplitudes dos desvios do Investimento na primeira parte deste Gráfico e na segunda, ou seja, quando se utilizam Variações da Taxa de Câmbio inferiores à real, os desvios são muito mais elevados e sobem muito, à medida que se vão aumentando os valores da Taxa de juro. Quando se utilizam valores que resultam da multiplicação da VTxC real por um número superior a 1, o aumento dos desvios devidos ao aumento da Txj, são mais esbatidos e os valores dos próprios desvios são muito mais baixos.

Confirma-se, assim, e uma vez mais, a influência decisiva que os valores da VTxC têm sobre a evolução do Investimento. Uma VTxC adequada (neste caso, superior aos valores da série real) poderá, em grande parte, compensar os efeitos negativos das elevadas Taxas de juro.

A evolução dos desvios-padrão que se obtêm para o Produto Interno Bruto é muito semelhante à que encontrámos para o Investimento - os níveis podem ser diferentes mas, a tendência é a mesma, com a diferença (aqui apenas um pouco menos acentuada) entre os primeiros 18 e os últimos 18 Ensaio devida às alterações da VTxC - GRÁFICO 228. E, também aqui, a Variação da Taxa

de Câmbio se revela determinante para os valores dos desvios padrão, conseguindo atenuar um pouco os efeitos negativos da subida da Taxa de juro.

O mesmo, aliás, se verifica para a última variável objectivo - a Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor - há uma notória separação do GRÁFICO 229 em duas partes, sendo na primeira (a correspondente à utilização de VTxC inferiores à real) os níveis dos desvios-padrão bem mais elevados do que na segunda.

É também a situação que obtemos para o controlo endógeno, o Consumo Colectivo, que, no GRÁFICO 230, apresenta níveis do desvio-padrão mais elevados na primeira parte do que na segunda.

São resultados que confirmam as conclusões anteriores, não só sobre o efeito determinante da Variação trimestral da Taxa de Câmbio sobre todas as variáveis exógenas, como, sobre a possibilidade de uma subida dos valores deste controlo se revelar preferível e, até certo ponto, capaz de atenuar a influência negativa que provoca a subida da Taxa de juro.

3) perdas médias

As perdas médias simples são, como vimos, a medida que a própria metodologia de cálculo apresenta como critério de selecção das várias hipóteses.

Anteriormente, já tivemos oportunidade de sublinhar que nos parece que, esta medida se pode revelar insuficiente, como critério único de escolha e que, poderia até, nalgumas situações, conduzir a conclusões pouco válidas. Vimos que, é uma medida muito dependente do valor de um simples parâmetro - mais concretamente, da escolha que fazemos para o factor de desconto β - e que, nem sempre a obtenção de um baixo valor de perda média simples será sinónimo de bons resultados gerais.

Tentámos ultrapassar este facto, que nos parece ser uma das principais deficiências da metodologia de base, recorrendo:

- por um lado, à introdução da perda média ponderada que, como vimos, resulta da utilização do ponderador

$$\frac{1 - \beta^T}{1 - \beta}$$

sempre que o factor de desconto β for diferente da unidade. Consegue-se, assim, em parte, eliminar a influência determinante do valor escolhido para o factor de desconto mas, não nos parece que se consiga ainda traduzir, de forma clara e inequívoca, a qualidade dos resultados obtidos, nas várias hipóteses e alternativas de aplicação da metodologia de cálculo e,

- por outro lado, à utilização de outras medidas complementares da perda média, nomeadamente, aos valores das médias e desvios-padrão das várias séries (reais, dos objectivos e das que se obteriam com a utilização dos controlos), sublinhando, desde sempre, a necessidade de se analisarem os valores trimestrais de cada uma das séries, uma vez que as medidas agregadas poderão, eventualmente, esconder alguns valores pouco admissíveis.

No entanto, apesar de todas as limitações e cuidados requeridos na sua interpretação, a perda média (simples e ponderada) terá, pelo menos, a vantagem de ser o único critério global, uma medida de síntese para avaliação dos resultados obtidos em cada uma das hipóteses e alternativas consideradas na resolução do problema.

Não abdicamos, pois, da utilização da perda média como medida de avaliação desses resultados e, na presente SITUAÇÃO, só utilizaremos a perda média simples, uma vez que admitimos em todas as hipóteses e ensaios um factor de desconto $\beta = 1$ e não faria sentido recorrermos ao cálculo da perda média ponderada.³²

³² Assim, ao longo de toda esta SITUAÇÃO, sempre que referirmos a perda média tratar-se-á, sempre da perda média simples que resulta, directamente, da resolução da função objectivo.

No QUADRO 303 apresentamos as perdas médias dos 36 Ensaiois, separando, mais uma vez, as perdas que se obtêm quando se consideram apenas os quatro objectivos (GRÁFICO 231) das perdas de todas as variáveis endógenas, i.e. os quatro objectivos e o controlo Consumo Colectivo - GRÁFICO 232, onde se apresenta a evolução destas duas perdas e, que nos permite confirmar que, a inclusão das perdas relativas aos desvios do controlo endógeno não altera muito os valores, nem a oscilação das perdas médias dos 36 Ensaiois .

Como seria de prever, confirma-se que é com o Ensaio 31 que se atinge o menor valor de perda média.

Também se pode confirmar (pelo traçado dos GRÁFICOS 231 e 232) que, a perda média sobe muito com o aumento da Taxa de juro, mas que, este aumento, pode ser contrariado se optarmos por Variações da Taxa de Câmbio superiores à VTxC real.

Tendo por base os valores das perdas médias dos 36 Ensaiois (que, como sabemos, resultam da combinação das seis hipóteses que admitimos para valores de dois controlos, Variação da Taxa de Câmbio e Taxa de juro, pela ordem anteriormente apresentada) podemos ainda tentar uma análise do tipo "preço sombra" dos valores que obtemos com a sucessiva utilização das várias combinações de controlos.

Para o conseguir, calculamos as diferenças de perdas que apresentamos no QUADRO 304 que se pode subdividir em duas partes:

primeira parte do QUADRO 304:

Na primeira coluna temos os valores das perdas médias que se obtêm quando se utiliza a VTxC 2 menos os valores das mesmas perdas quando se utiliza VTxC 1 (para as seis alternativas de valores da Taxa de juro) ou seja:

perda média c/ VTxC 2+Txj 1 - perda média c/ VTxC 1+Txj 1
perda média c/ VTxC 2+Txj 2 - perda média c/ VTxC 1+Txj 2
perda média c/ VTxC 2+Txj 3 - perda média c/ VTxC 1+Txj 3
perda média c/ VTxC 2+Txj 4 - perda média c/ VTxC 1+Txj 4
perda média c/ VTxC 2+Txj 5 - perda média c/ VTxC 1+Txj 5
perda média c/ VTxC 2+Txj 6 - perda média c/ VTxC 1+Txj 6

ou, ainda, se tivermos presente a ordem que definimos para os 36 Ensaiois:

perda média do Ensaio 7 - perda média do Ensaio 1
perda média do Ensaio 8 - perda média do Ensaio 2
perda média do Ensaio 9 - perda média do Ensaio 3
perda média do Ensaio 10 - perda média do Ensaio 4
perda média do Ensaio 11 - perda média do Ensaio 5
perda média do Ensaio 12 - perda média do Ensaio 6

Pelos valores desta primeira coluna podemos, desde já, constatar que, um aumento da VTxC, neste caso a passagem da VTxC 1 (que corresponde a menos 2% do que a VTxC real) para a VTxC 2 (apenas 1,5% mais baixa do que a VTxC real) diminuirá os valores da perda média e que essa queda será tanto mais significativa quanto mais elevada for a Taxa de juro adoptada.

Confirma-se, assim, e uma vez mais que, o efeito provocado pela utilização de cada um dos controlos depende da actuação dos outros controlos. Neste caso, a melhoria a que conduz uma subida da VTxC, dependerá dos valores adoptados para a Txj e será, naturalmente, inferior se a Txj ajudar a conduzir o sistema na direcção desejada (por exemplo, com a utilização da Txj 1) do que se ela dificultar a

obtenção dos objectivos (por ser demasiado elevada, por exemplo a Txj6).

Na segunda coluna temos exactamente os mesmos cálculos, só que agora, com a diferença entre as médias que se obtêm quando se substitui a VTxC 2 pela VTxC 3, ou seja:

perda média c/ VTxC 3 + Txj... - perda média VTxC 2+ Txj ...

E, assim sucessivamente, para as cinco colunas desta primeira parte do Quadro.

Assim, nesta primeira parte do QUADRO 304, podemos confirmar que temos:

1º) Valores sempre negativos, ou seja, o aumento das Variações trimestrais da Taxa de Câmbio conduzem sempre à diminuição da perda média respectiva.

2º) Valores sempre crescentes nas cinco colunas, o que significa que a Taxa de juro tem um comportamento inverso - o seu aumento é acompanhado do aumento da perda média em todos os Ensaio.

3º) Oscilações nos valores das várias linhas, demonstrando que não é possível definir um valor para a diminuição da perda média dos Ensaio correspondente ao aumento de 0,5% da VTxC.

Pela leitura, por exemplo, da primeira linha, ou seja, mantendo constante a utilização da Txj 1, verificamos que:

* a diminuição da perda que se obtém quando se passa do ponto da VTxC que difere da real em -2% (VTxC 1) para o que difere em -1,5% (VTxC 2) que é de - 11 387,526

* diminuição essa que, é muito maior do que a diferença de perdas que se obtém na situação simétrica, ou seja, quando se passa do ponto da VTxC que difere da real em +1,5% (VTxC 5) para o que difere em +2% (VTxC 6) que é apenas de - 1 396,8859.

Uma análise semelhante é possível, ainda nesta primeira parte do Quadro, para as alterações da Taxa de juros. Reparando por exemplo, nos valores da primeira coluna - onde temos as diminuições das perdas resultantes da passagem da VTxC 1 para a VTxC 2 com as sucessivas hipóteses de valores para a Txj - verificamos que os valores também não são constantes o que indicia não ser indiferente o aumento da Taxa de juro quando se passa de -3 para -2 do que se obtém quando, simetricamente, se passa de +2 para +3 pontos da Txj real.

Para uma análise mais detalhada dos aumentos da perdas resultantes da subida da Taxa de juro passamos à segunda parte do mesmo QUADRO 304.

segunda parte do QUADRO 304:

Nesta segunda parte do Quadro, a metodologia é, em tudo, semelhante à que apresentámos para a primeira, ou seja, nas colunas temos:

* valores das perdas médias que se obtém quando se utiliza a Txj 2 menos os valores das mesmas perdas quando se utiliza Txj 1

(para as seis alternativas de valores da Variação da Taxa de Câmbio) ou seja, na primeira coluna temos:

perda média c/ VTxC 1+Txj 2 - perda média c/ VTxC 1+Txj 1
 perda média c/ VTxC 2+Txj 2 - perda média c/ VTxC 2+Txj 1
 perda média c/ VTxC 3+Txj 2 - perda média c/ VTxC 3+Txj 1
 perda média c/ VTxC 4+Txj 2 - perda média c/ VTxC 4+Txj 1
 perda média c/ VTxC 5+Txj 2 - perda média c/ VTxC 5+Txj 1
 perda média c/ VTxC 6+Txj 2 - perda média c/ VTxC 6+Txj 1

Ou, ainda, se continuarmos a ter presente a ordem que anteriormente definimos para os Ensaio:

perda média do Ensaio 2 - perda média do Ensaio 1
 perda média do Ensaio 8 - perda média do Ensaio 7
 perda média do Ensaio 14 - perda média do Ensaio 13
 perda média do Ensaio 20 - perda média do Ensaio 19
 perda média do Ensaio 26 - perda média do Ensaio 25
 perda média do Ensaio 32 - perda média do Ensaio 31.

Na segunda coluna temos, outra vez, os mesmos cálculos, com as necessárias alterações, agora, será a diferença entre as médias que se obtêm quando se substitui a Txj 2 pela Txj 3, i.e:

perda média c/ VTxC...+Txj 3 - perda média c/ VTxC...+Txj 2

E, assim sucessivamente, para as outras colunas.

A análise dos dados obtidos nesta segunda parte do QUADRO 304 permite-nos confirmar que:

1º) Há, de facto, uma subida constante das perdas médias resultantes dos sucessivos aumentos dos valores da Taxa de juro,

uma vez que, as diferenças agora apresentadas são sempre positivas.

2º) Reforça-se a conclusão retirada com a análise da primeira parte do quadro - a subida da Variação da Taxa de Câmbio provoca uma diminuição dos valores da perda média - que se traduz, agora, nos valores decrescentes de todas as colunas.

3º) Também aqui, para a Taxa de juro, é impossível uma conclusão deste tipo: "um aumento/diminuição de um ponto deste controlo provoca um aumento/diminuição de no valor da perda média dos vários Ensaio".

Tomando, ainda, por referência a leitura da primeira linha (onde se mantém constante a utilização da VTxC 1), se nota que:

* o aumento da perda que se obtém quando a Taxa de juro sobe um valor, passando da utilização da Txj com menos 3 pontos que a Txj real (Txj 1) para a de apenas menos dois pontos (Txj 2) + 12 857,7615

* e, é um aumento bem menor do que a perda que se obtém, também com a subida de um ponto da Taxa de juro mas, na situação simétrica, ou seja, quando se passa da utilização da Txj com mais dois pontos do que a real (Txj 5) para a mais alta, com mais três pontos que a real (Txj 6), que é, agora, + 20 039,6696.

Para terminar a análise dos resultados desta primeira hipótese - onde, recorde-se, atribuímos a mesma prioridade as todas as variáveis endógenas - vamos imprimir o Ensaio que apresenta o menor valor de perda média - o ENSAIO 31 - onde, como dissemos, se utiliza a VTxC 6 e a Txj 1.

Pelos resultados que apresentamos nos QUADROS 305-309 e GRÁFICOS 233-237 constatamos que, os montantes do Consumo Privado são ligeiramente inferiores aos objectivos ao longo de todo o intervalo. O Investimento Total consegue ser quase sempre bastante superior, só descendo abaixo da linha dos objectivos nos cinco últimos trimestres. O Produto Interno Bruto é quase coincidente com os objectivos ao longo de todo o intervalo e só desce um pouco nos últimos dois anos. A Variação do Índice de Preços no Consumidor também apresenta uma aproximação muito razoável à linha dos objectivos em quase todos os trimestres, com ligeiras oscilações, sobretudo, nos últimos trimestres. O comportamento do Consumo Colectivo é, também, muito aceitável, apenas ligeiramente acima do que definimos como desejável nos primeiros e últimos trimestres mas, conseguindo ser inferior na parte central do intervalo.

A terminar a análise dos resultados obtidos com esta hipótese de igual ponderação para todas as variáveis exógenas poderemos constatar que, o sistema reage à imposição dos valores dos controlos, e que, ao longo dos 36 Ensaios, se obtém uma razoável aproximação aos objectivos.

Haverá, também, que sublinhar que, com tantas imposições ao sistema - exigências nas ponderações dos quatro objectivos e do controlo que endogeneizamos acompanhadas da imposição de alternativas de valores para os outros dois controlos - não se consegue eliminar a relativa autonomia da evolução de alguns objectivos.

Assim, por exemplo, o Consumo Privado, aproxima-se bastante mas, tem uma ligeira dificuldade em atingir os objectivos e, às vezes até a linha da série real.

Outro exemplo, o Investimento Total, confirma-se que é uma variável com uma evolução muito própria - com maior ou menor amplitude, mantém-se sempre acima dos objectivos na primeira parte do intervalo e, depois, desce para níveis mais baixos (mas,

muito pouco, como vimos no Ensaio de melhores resultados - o ENSAIO 31).

Ao nível dos controlos, há a reacção natural de ligeira subida do Consumo Colectivo, face à imposição dos valores dos outros dois controlos e, parece ser sempre desejável a descida das Taxas de juro.

Quanto à Variação da Taxa de Câmbio, reafirma-se o seu papel determinante para aproximação dos objectivos e, parece ser preferível a utilização de uma VTxC com níveis superiores aos reais, o que se traduzirá, em termos reais, na opção por uma valorização do escudo, ou, pelo menos, numa menor desvalorização. É um resultado aceitável, se recordarmos algumas conclusões anteriores, nomeadamente, o efeito previsível da VTxC sobre cada um dos quatro objectivos que incluímos no modelo.

Parece-nos ser, ainda, de sublinhar que, para todas as variáveis objectivo e, mesmo para o Consumo Colectivo (o único controlo endógeno), se obtêm os melhores resultados no mesmo Ensaio, indicando que não são objectivos incompatíveis. Será, no entanto, talvez um pouco irrealista supor-se que os decisores atribuem, exactamente, a mesma ponderação a cada um dos objectivos.

Seguindo a metodologia adoptada para esta SITUAÇÃO iremos, na próxima hipótese, admitir que os decisores atribuem total prioridade ao Consumo Privado, o que, como referimos, não implica qualquer alteração aos valores dos objectivos previamente definidos mas, apenas, a atribuição de maior ponderação ao nível da matriz K.

4.2. SITUAÇÃO III - hipótese 2)

Seguindo a metodologia anteriormente apresentada, daremos nesta hipótese prioridade absoluta aos valores do Consumo Privado, utilizando, ao longo de todo o intervalo de controlo, a seguinte matriz de ponderação dos objectivos:

$$K = \begin{matrix} & 100 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \end{matrix}$$

Tal como na hipótese anterior, vamos aqui também introduzir, sucessivamente, as combinações possíveis dos controlos atrás definidos, com as quais construímos 36 Ensaios.

Para análise dos resultados obtidos nestes 36 Ensaios seguimos as medidas apresentadas na hipótese anterior:

1) - as médias das séries dos valores que se obtêm com a introdução dos controlos,

2) - os desvios-padrão entre estas séries e as que definimos para objectivos e

3) - as perdas médias que se obtêm, directamente, com a resolução da equação dos objectivos.

1) médias - QUADRO 310

Pela leitura dos resultados das médias obtidas para os objectivos e para o Consumo Colectivo (e pelos respectivos GRÁFICOS 238-242), constatamos que, ao atribuímos prioridade absoluta ao Consumo Privado, conseguimos mantê-lo quase coincidente com os objectivos em todos os 36 Ensaios, ou seja, o sistema reage positivamente à vontade por nós expressa e, o Consumo Privado que, na hipótese anterior estava sempre abaixo dos objectivos, atinge agora quase plenamente os objectivos pretendidos.

Apesar da pequena oscilação de valores, podemos ainda verificar, pelos resultados destas médias, que, também para esta hipótese, é no Ensaio 31 (com VTxC 6 e Txj 1) que o Consumo Privado atinge a média de valor mais elevado.

Aliás, uma análise dos valores obtidos para as outras variáveis, permite-nos, ainda, concluir que, seria este o Ensaio mais indicado se pretendêssemos assegurar o maior valor da média tanto do Consumo Privado como do Investimento e do PIB, com a garantia de a Variação do IPC não ser demasiado elevada (sublinhe-se que, no Ensaio 31, a média da VP consegue-se ser menor do que a que definimos para objectivo) e, ainda, com um Consumo Colectivo de média inferior ao que definimos como desejável (e apenas ligeiramente acima da média da série real).

Um decisor menos avisado (ou deliberadamente, querendo defender esta metodologia de cálculo e as possibilidades de utilização dos controlos para atingir melhores resultados) poderia ser levado a afirmar, com base nos resultados do QUADRO 310 que, no período em análise, teria sido possível obter uma média de Consumo Privado superior em 5% ao real, acompanhada de uma média de Investimento e do próprio PIB ainda superiores aos 5% . E, seria uma subida acompanhada de maior estabilidade de preços e com uma média de Consumo Colectivo apenas muito ligeiramente superior ao que na realidade se verificou.

Para que estes resultados fossem possíveis, justificaria o decisor, bastava que as autoridades tivessem mantido, ao longo de todo o intervalo de controlo, a Variação da Taxa de Câmbio 2% acima da série de variação real (o que, na prática, como dissemos, se traduziria numa valorização da moeda ou, pelo menos, numa desvalorização menos acentuada) e ainda que as Taxas de juro fossem sempre 3 pontos inferiores às taxas reais.

Mesmo reconhecendo a falibilidade de tais conclusões, nomeadamente, pela impossibilidade prática de se manterem os controlos exactamente no nível desejado, pela imprevisibilidade da evolução real das variáveis, etc, não deixa de ser sintomática a

orientação imposta aos controlos - descida das Taxas de juro e subida da Variação da Taxa de Câmbio.

São, no entanto, conclusões que precisam de ser confrontadas com alguns dos resultados obtidos no Capítulo III. Na altura, e com base nos valores obtidos para os multiplicadores instantâneos e desfasados, referimos que o Consumo Privado tenderia a aumentar com a subida do Consumo Colectivo e a descida, tanto da Taxa de Juro, como da Variação da Taxa de Câmbio.

Temos, assim, uma aparente contradição entre os resultados obtidos para a Variação da Taxa de Câmbio, uma vez que, agora, como acabámos de referir, parece ser preferível a sua subida.

A explicação para este facto poderá ser encontrada nos resultados obtidos, também no Capítulo III, nomeadamente com a metodologia de "decomposição" do sistema. Recordemos que, na altura, concluímos que o Consumo Privado tinha uma evolução bastante autónoma mas, não deixava de reagir muito bem ao efeito de cada um dos controlos, em separado ou agrupados dois a dois. Mas, a utilização simultânea dos três controlos era bem mais problemática, fazendo prever alguma distorção do sistema.

Se tivemos presente que a metodologia adoptada na SEGUNDA PARTE pressupõe, sempre, a utilização simultânea dos três controlos³³ não será de estranhar que, a Variação da Taxa de Câmbio³⁴ reaja à influência que a subida do Consumo Colectivo e a descida da Taxa de juro já provocam sobre a evolução do sistema e que, para se conseguir a convergência do Consumo Privado com a subida pretendida seja, agora, necessária não uma descida, mas sim, uma subida da VTxC.

³³ Embora com um carácter distinto, pois, recorde-se, o Consumo Colectivo foi endogeneizado e os valores obtidos correspondem à situação exigida pela própria evolução do sistema, enquanto que, os outros dois controlos, VTxC e Txj, se supõem exógenos e, como sabemos, nesta SITUAÇÃO III sujeitos a alternativas de valores impostas pelos decisores.

³⁴ Controlo que, recorde-se, com a metodologia de "decomposição" do sistema revelou ter grande influência sobre a evolução do Consumo Privado (embora não tão determinante como a que parece exercer sobre os outros três objectivos - Investimento, PIB e Variação do IPC).

E, embora com todas as reservas e limitações inerentes a este tipo de metodologia, não deixa, também, mais uma vez, de ser agradável de sublinhar que, mesmo com a utilização simultânea dos três controlos, o sistema parece reagir favoravelmente à prioridade estabelecida nesta hipótese para o Consumo Privado, obtendo-se uma convergência, quase perfeita, com os objectivos, ultrapassando-se, ainda, as médias pretendidas para o Investimento e o PIB com a desejada estabilidade na Variação do IPC.

2) desvios-padrão - QUADRO 311

Os dados obtidos para os desvios-padrão (QUADRO 311 e GRÁFICOS 243-247) refletem a reacção do sistema à prioridade atribuída ao Consumo Privado que, apresenta, em todos os 36 Ensaios, desvios-padrão muito baixos.

Para as outras variáveis, os valores são mais elevados mas, confirmando a boa aderência total do sistema, não atingem nunca níveis que possamos considerar exagerados.

No entanto, e ao contrário do que concluímos com a análise do Quadro das médias das variáveis, os desvios-padrão mais baixos obtêm-se agora no Ensaio 32 (e não no Ensaio 31, como anteriormente). Não é uma diferença muito significativa, implicando apenas que a Taxa de juro não precisará de descer tão baixo, sendo, agora, suficiente que ela seja de menos 2 pontos do que a Taxa de juro real (ou seja, que se utilize a alternativa que designámos por Txj 2 e não a Txj 1, presente no Ensaio 31). Quanto à Variação da Taxa de Câmbio, continua a ser requerida a alternativa de maior valor, ou seja, a VTxC 6, também utilizada no Ensaio 31.

Poderemos, assim, concluir que, se a nossa preocupação não fosse o nível máximo das médias obtidas nas séries que resultam da aplicação dos controlos mas, sim, que as séries dos valores dessas mesmas séries não se afastassem muito das que previamente



definimos para objectivos, seria preferível adoptar o Ensaio 32, utilizando a VTxC 6 e a Txj 2.

3) perdas médias - QUADRO 312

Pelos valores das perdas médias que se obtêm com a resolução da função objectivo para os 36 Ensaios (QUADRO 312 E GRÁFICOS 248-249, separando, como sempre, a perda relativa aos quatro objectivos e, quando se inclui, também, o Consumo Colectivo) constatamos, em total consonância com o que acabámos de afirmar pela análise do Quadro dos desvios-padrão, que o Ensaio que apresenta o menor valor de perda média é o Ensaio 32, correspondente à utilização da VTxC 6 e Txj 2.

Com os resultados obtidos, podemos continuar a afirmar que, é previsível que o aumento da Variação da Taxa de Câmbio provoque uma descida da perda média e, inversamente, que a subida da Taxa de juro (apenas até dois pontos abaixo da Taxa real, ou seja, até à alternativa que designámos por Txj 2) deverá conduzir ao crescimento da perda média.

São conclusões que podemos confirmar com uma análise dos valores das alterações provocadas ao nível das perdas médias pela passagem, sucessiva, pelas várias hipóteses de controlos que apresentamos no QUADRO 313.

Recordando a apresentação da estrutura do Quadro que fizemos na hipótese anterior, verificamos que, na primeira parte do QUADRO 313 temos as alterações na perda média, provocadas pela subida da VTxC com as 6 hipóteses de níveis de Txj, obtendo:

* Valores negativos nesta primeira parte do Quadro, à excepção de um único valor, exactamente o que corresponde à passagem da VTxC 5 para a VTxC 6, quando se utiliza a Txj1, ou seja, confirma-se o que afirmámos anteriormente: é sempre

preferível utilizar a VTxC mais alta, excepto quando a combinamos com a Txj 1.

* Valores diferentes ao longo das várias linhas, indicando que, também aqui, não é constante a alteração na perda média provocada pela subida de 0,05% da Variação da Taxa de Câmbio. A alteração depende do ponto onde nos situamos, sendo maior quando passamos da VTxC1 para a VTxC 2 do que no ponto inverso - passagem da VTxC 5 para a VTxC 6 (aqui, com a ressalva apontada para a combinação com a Txj 1).

* Valores crescentes nas várias colunas, indicando, desde já, que o aumento da Taxa de juro deverá ser acompanhado da subida dos valores da perda média.

São conclusões que podemos confirmar com a análise das alterações na perda média, provocadas pela utilização das diferentes Txj com as 6 hipóteses de níveis para a VTxC na segunda parte do QUADRO 313, onde temos:

* Valores positivos - confirmando o aumento de perda média que acompanha a subida da Taxa de juro, apenas com a excepção, previsível, de obtermos um valor negativo na passagem da Txj1 para a Txj 2 quando se utiliza a VTxC 6.

* Linhas de valores crescentes - indicando que, a perda média será tanto maior, quanto mais formos elevando os níveis da Taxa de juro, ou seja, por exemplo, a subida de um ponto da Taxa de juro quando se traduz na passagem da Txj 5 para a Txj 6, é bem pior que a subida, também de um ponto mas, desta vez, com a passagem da Txj 1 para a Txj 2.

* Os valores das colunas são decrescentes, ou seja, confirmam a conclusão da primeira parte do Quadro, de que as perdas diminuem quando sobe a Variação da Taxa de Câmbio.

Tendo ainda por base os resultados que apresentamos no QUADRO 313, tentamos entender melhor a variação das perdas provocada pelos valores que atribuímos aos dois controlos exógenos - Variação da Taxa de Câmbio e Taxa de juro - estimando a seguinte equação:

$$W = a_1 \varepsilon_1 t + a_2 \varepsilon_2 \Delta t + a_3 \varepsilon_3 i + a_4 \varepsilon_4 \Delta i$$

sendo:

W = Valores das variações das perdas nos sucessivos ensaios
(dados do Quadro 313)

t = coeficientes que utilizamos para obter os valores que atribuímos à Variação da Taxa de Câmbio ³⁵

Δt = variação desses coeficientes

i = diferenças de pontos entre a Taxa de juro real e a Taxa de juro que utilizamos em cada uma das alternativas ³⁶

Δi = variação dessas diferenças de pontos da Taxa de juro

$\varepsilon_1 \dots \varepsilon_4$ = variáveis "dummy" que serão 0 ou 1, conforme a variação dos controlos que se reflectem nas perdas dos ensaios respectivos.

Os resultados obtidos ³⁷ revelam que cerca de 85% (o R^2 ajustado é 0,846668) das diferenças das perdas dos Ensaio se devem às quatro variáveis aqui consideradas .

Para terminar a análise dos resultados que obtivemos nesta hipótese em que demos prioridade absoluta aos valores do Consumo Privado, imprimimos as séries obtidas para o Ensaio que apresentou menor valor de perda média - o ENSAIO 32.

³⁵ Recordemos que as seis alternativas de valores do controlo VTxC se obtiveram, como atrás especificámos, com a multiplicação dos valores reais por seis coeficientes; 0,98; 0,985; 0,99; 1,01; 1,015 e 1,02.

³⁶ Recordemos, também, que para os valores da Taxa de juro admitimos seis alternativas com -3, -2, -1, +1, +2 e +3 pontos que a Taxa de juro real.

³⁷ Resultados que aqui não transcrevemos, pois não serão utilizados.

Os resultados do Ensaio 32, que apresentamos nos QUADROS 314-318 e GRÁFICOS 250-254, confirmam as conclusões anteriormente retiradas - ao dar prioridade absoluta ao Consumo Privado conseguem-se atingir plenamente os níveis definidos como objectivos para esta variável, obtendo-se, ao mesmo tempo, valores do PIB também muito próximos dos desejados e um Investimento Total acima dos objectivos em quase todo o intervalo de controlo e, ainda por cima, com maior estabilidade no Índice de Preços do Consumidor.

Para tal bastaria, de acordo com os valores obtidos, aumentar muito ligeiramente o Consumo Colectivo e, obviamente, garantir a aplicação de Variações da Taxa de Câmbio 2% mais elevadas que as reais (VTxC 6) e Taxas de juro dois pontos abaixo das reais (Txj 2).

4.3. SITUAÇÃO III-hipótese 3)

Continuando a apresentação das hipóteses com diferentes prioridades, vamos, agora, privilegiar o Investimento Total, o que se traduzirá na utilização da seguinte matriz para ponderação dos objectivos:

$$K = \begin{matrix} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 100 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \end{matrix}$$

É uma hipótese que, recordemos, quer na SITUAÇÃO I (quando os controlos eram fornecidos pelo sistema) quer na SITUAÇÃO II (quando se impunha uma única hipótese de valores para os controlos VTxC e Txj), se revelou, sempre, a menos adequada, conduzindo a resultados que chegámos a considerar absurdos.

Vimos, também, no Capítulo III, que o Investimento Total era uma variável relativamente autónoma, com alguma dificuldade em responder ao efeito dos controlos. Se fosse possível utilizar os controlos em separado, o mais eficaz, parecia ser, a Variação da Taxa de Câmbio, cujo aumento provocaria, de imediato, uma descida do Investimento mas, logo a partir do 2º Trimestre, teria o efeito contrário, contribuindo, com intensidade crescente, para o aumento do Investimento Total. Este objectivo tenderia, ainda, a crescer com a subida do Consumo Colectivo e a queda da Taxa de juro.

Na presente SITUAÇÃO iremos seguir a metodologia já explicada nas duas hipóteses anteriores, construindo também 36 Ensaios com as alternativas escolhidas para os controlos VTxC e Txj, e, para analisar os resultados, continuaremos a utilizar os valores das médias das séries que se obtêm com a inclusão dos controlos, os desvios-padrão destas séries com as dos respectivos objectivos e, por fim, as perdas médias que se obtêm com a resolução da função objectivo para cada um dos Ensaios.

1) médias - QUADRO 319

Pelos resultados deste Quadro (e pelos GRÁFICOS 255-259) podemos, desde já, confirmar que, o sistema continua a reagir mal quando se atribui prioridade absoluta ao Investimento Total.

Bastará, para tal, reparar que, as médias do próprio Investimento ficam sempre a grande distância da média da série real. Há, até, um Ensaio - o ENSAIO 6, onde se utiliza a VTxC 1 e a Txj 6 - que apresenta uma média negativa. A melhor média surge-nos no ENSAIO 31, com a VTxC 6 e a Txj 1.

Quanto aos outros objectivos - o Consumo Privado mantém, sem grandes oscilações, médias abaixo da média dos seus objectivos, o PIB, varia um pouco mas, também, fica por médias mais baixas que as desejadas e, por último, a Variação do IPC afasta-se dos

objectivos e consegue ser, sempre, razoavelmente superior à média de referência.

Entretanto, o Consumo Colectivo corresponde ao absurdo de algumas situações e, dispara para valores que, nalguns Ensaios, atingem o triplo das médias reais.

Pela análise dos gráficos respectivos podemos, ainda, verificar que, apesar dos maus resultados, os controlos não deixam de exercer influência sobre o sistema e, na direcção previsível. No entanto, e como vimos, ao darmos prioridade ao Investimento Total forçamos demasiado o sistema e o efeito dos controlos não consegue ser suficiente para se atingirem os objectivos.

2) desvios-padrão - QUADRO 320

Os maus resultados desta hipótese, confirmam-se, com os elevados valores obtidos para os desvios-padrão que apresentamos no QUADRO 320.

Nos GRÁFICOS 260-264, podemos ainda verificar que, apesar dos elevados níveis dos desvios-padrão, se continua a manter a regularidade dos efeitos dos controlos sobre as diversas variáveis.

3) perdas-médias - QUADRO 321

No QUADRO 321 e GRÁFICOS 265-266 apresentamos as perdas médias que se obtêm nesta hipótese para os 36 Ensaios, separando, como temos feito, as perdas que se obtêm apenas para os quatro controlos e as que se obtêm quando adicionamos o Consumo Colectivo. A confirmar os resultados anteriores, a menor perda consegue-se no ENSAIO 31 onde, como sabemos, se utiliza a VTxC 6 e a Txj 1. Os dados do QUADRO 322 relativos às alterações provocadas pela passagem de uma hipótese de alternativas de valores dos controlos para outra, também confirmam todas as conclusões anteriores.

Assim, na primeira parte do QUADRO 322 verificamos que, os valores são todos negativos, ou seja, um aumento da Variação da Taxa de Câmbio continua a provocar a descida da perda média e, inversamente, aumentando a Taxa de juro contribui-se para o aumento da perda média (valores crescentes em todas as colunas).

Ou, inversamente, na segunda parte do mesmo quadro, obtemos diferenças de perdas sempre positivas, correspondentes ao efeito provocado pelo aumento sucessivo da Taxa de juro, diferenças que, vão sendo atenuadas nas várias colunas, à medida que se aumenta a Variação da Taxa de Câmbio.

Recorrendo à análise que fizemos na hipótese anterior, utilizamos agora os dados apresentados no QUADRO 322 para estimarmos a equação

$$W = a_1 \varepsilon_1 t + a_2 \Delta_2 \Delta t + a_3 \Delta_3 i + a_4 \Delta_4 \Delta i$$

e verificamos pelos resultados obtidos que a variação das perdas dos ensaios nesta hipótese em que demos prioridade absoluta ao Investimento Total depende quase totalmente das quatro variáveis incluídas nesta última equação (R^2 ajustado = 0,976276).

Para terminar a análise desta hipótese, imprimimos o Ensaio que, apesar de tudo, consegue apresentar melhores resultados - o ENSAIO 31.

Os QUADROS 323-327 e os GRÁFICOS 267-271 não apresentam qualquer surpresa - os resultados são bastante maus para todas as variáveis e, só apetece concluir que, se pretenderem dar prioridade ao Investimento Total em detrimento das outras variáveis, será melhor que as autoridades decisoras não exerçam qualquer influência sobre o sistema, pois quase de certeza ele, sozinho, atingirá resultados superiores...

4.4. SITUAÇÃO III-hipótese 4)

Prosseguindo com a apresentação das hipóteses, vamos agora dar prioridade ao nosso terceiro objectivo, o Produto Interno Bruto, com a aplicação da seguinte matriz:

$$K = \begin{matrix} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \begin{matrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 100 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \end{matrix}$$

A metodologia de cálculo e as medidas utilizadas na apresentação dos resultados serão exactamente as mesmas das hipóteses anteriores.

E, desde já, não serão de prever resultados muito desastrosos, se tivermos presente que o sistema reagiu favoravelmente a esta hipótese nas situações anteriores e, ainda, os resultados obtidos no Capítulo III, onde o PIB se revelou uma variável que, poderia estar sujeita a algumas oscilações mas, seria sensível ao efeito pretendido com a aplicação dos controlos.

Sobre a actuação dos controlos, vimos ainda que, a Variação da Taxa de Câmbio, sozinha ou acompanhada, parecia ser fundamental na orientação do PIB. No entanto, a sua aplicação poderia conduzir a oscilações nos resultados, uma vez que, de acordo com os valores obtidos para os multiplicadores dinâmicos, a subida da VTxC num trimestre provocaria, de imediato, uma descida do PIB; nos dois trimestres seguintes, essa subida acentuar-se-ia mas, depois, ir-se-ia atenuando, chegando, no 8º trimestre a inverter-se a tendência, obtendo-se, então, um aumento do PIB.

Quanto aos outros dois controlos, a sua actuação deveria ser inequívoca: um aumento do Consumo Colectivo conduziria, crescentemente, a uma subida do PIB, e, pelo contrário, um aumento das Taxas de juro, provocaria uma descida do PIB que, se iria atenuando, com o passar dos trimestres.

Para analisar os resultados desta hipótese, seguiremos os passos anteriores, começando pelas médias das séries que se obtêm com os controlos, os desvios-padrão entre estas séries e as dos objectivos e, ainda, as perdas-médias que resultam da resolução da função objectivo.

1) médias - QUADRO 328

O bom comportamento do sistema quando se atribui prioridade ao Produto Interno Bruto pode, desde já, confirmar-se com as médias do QUADRO 328 e os respectivos GRÁFICOS 272-276.

Não só as médias do PIB são praticamente coincidentes com a dos objectivos, como os valores obtidos para as outras variáveis, são muito satisfatórios.

Tanto o Consumo Privado como, agora até, o Investimento Total, apresentam médias com algumas oscilações mas, que conseguem, em muitos trimestres, ultrapassar as médias dos objectivos.

Verifica-se, entretanto, a natural discordância das opções Consumo/Investimento. Ou seja, Ensaios com médias mais elevadas de Consumo apresentam, necessariamente, médias mais baixas de Investimento. E, vice-versa, quando a média do Investimento é mais alta, temos, em compensação, piores valores para as médias do Consumo Privado.

Quanto à Variação do IPC, notam-se, também, algumas oscilações nas médias mas, não se atingem níveis que possamos considerar preocupantes.

Confirmando os efeitos de multiplicador que o Consumo Colectivo exerce sobre os níveis do PIB, verificamos que, salvo em dois os

três Ensaio, este controlo reage e apresenta médias superiores à que definimos, a priori, como desejável.

2) desvios-padrão - QUADRO 329

Os valores obtidos para os desvios-padrão (QUADRO 329 e GRÁFICOS 277-281) vêm confirmar os bons resultados desta hipótese.

A prioridade que se atribui ao PIB reflete-se nos valores muito baixos que obtemos para os desvios-padrão desta variável mas, para as outras variáveis, eles também não são exagerados. Até o Investimento apresenta agora valores que poderemos considerar aceitáveis.

3) perdas-médias - QUADRO 330

Tal como nas hipóteses anteriores, apresentamos as perdas médias que se obtêm para os 36 Ensaio, separando a perda só dos quatro objectivos da perda que se obtém, quando se adiciona o controlo endógeno, no QUADRO 330 e GRÁFICOS 282-283.

E verifica-se que, nesta hipótese, há muitos Ensaio com valores de perdas médias bastante próximos, (nas hipóteses anteriores também acontecia mas, para menos Ensaio e com maiores diferenças nas perdas médias). Vejamos, por ordem crescente, o valor das perdas médias de alguns destes Ensaio:

Perda média	ENSAIO	Controlos
4140,624	35	VTxC 6 + Txj 5
4149,044	28	VTxC 5 + Txj 4
4240,849	36	VTxC 6 + Txj 6
4267,088	29	VTxC 5 + Txj 5
4294,183	22	VTxC 4 + Txj 4
4411,126	13	VTxC 3 + Txj 1
4449,697	21	VTxC 4 + Txj 3
4467,640	34	VTxC 6 + Txj 4
4812,373	30	VTxC 5 + Txj 6
4857,288	23	VTxC 4 + Txj 5

Mais do que nas hipóteses anteriores, torna-se aqui bem clara a possibilidade de se combinarem hipóteses alternativas de controlos, obtendo resultados semelhantes. Mesmo assim, é notória a tendência para se preferirem VTxC e, agora também, Txj mais elevadas mas, com a devidas cautelas, para que não se anulem mutuamente os efeitos dos controlos.

A explicação para estes resultados poderá ser encontrada no facto de o PIB ser uma variável muito influenciável pelo efeito dos controlos. E, como com a actual metodologia, se admite, sempre, a utilização simultânea dos três controlos (dos quais, como vimos, a Variação da Taxa de Câmbio parecia ser predominante mas, susceptível de, só por si, provocar oscilações nos resultados) poderão existir várias combinações de controlos capazes de conduzirem a perdas médias semelhantes.

Os valores do Consumo Colectivo são, como sabemos, fornecidos pelo próprio sistema e, o seu aumento contribuirá para a subida do PIB. Por exemplo, no ENSAIO 35, eles são superiores ao previsto e, perante a utilização de uma Variação de Taxa de Câmbio 2% acima da real (a VTxC 6, equivalente a uma valorização da moeda, em muitos trimestres, e, nos outros, a uma menor desvalorização do que a real) poderá tornar-se possível o controlo do sistema com uma Taxa de juro superior, neste caso, dois pontos acima da real (Txj 5).

Noutro Ensaio (o 28), quase com a mesma perda média que se obtem no Ensaio 35, exige-se que o Consumo Colectivo seja ainda mais elevado e, como compensação, permite-se que baixem tanto a VTxC (utilizando-se a VTxC 5 que, é apenas 1,5% acima da da real,) como a Txj (aqui, a Txj 4, um ponto acima da real).

Mas, quase com o mesma média de Consumo Colectivo que se obteve para o Ensaio 28, temos, por exemplo, no ENSAIO 13, uma subida muito ligeira da perda média, com a utilização de uma VTxC agora 1% abaixo da real (a VTxC 3 que equivalerá a uma maior desvalorização da moeda do que efectivamente se verificou) mas, agora, acompanhada de Taxas de juro bastante mais baixas (a Txj 1 que fica 3 pontos abaixo da real).

Procurando sistematizar um pouco melhor os efeitos na perda média da utilização das combinações de alternativas de VTxc e Txj construímos, tal como nas hipóteses anteriores, o quadro com as variações da perda média nos vários Ensaio (QUADRO 331) e conseguimos retirar algumas conclusões sobre as possibilidades de utilização destes dois controlos.

Assim, na primeira parte do QUADRO 331, temos os valores das alterações na perda média provocadas pela mudança de nível da Variação da Taxa de Câmbio, com as 6 hipóteses de Txj, e verificamos que:

* as duas primeiras colunas só têm valores negativos (indicando que, para se obter um menor valor na perda média, a utilização da VTxC 2 é sempre preferível à VTxC 1, assim como, a VTxC 3 é sempre preferível à VTxC 2)

* a terceira coluna começa por dois valores positivos, ou seja, a substituição da VTxC 3 pela VTxC 4 não deve ser acompanhada da utilização da Txj 1 nem da Txj 2 mas, como o resto da coluna já apresenta valores negativos, a VTxC 4 poderá ser

preferível à VTxC 3, se for combinada com taxas de juro superiores e, os resultados serão tanto mais favoráveis, quanto mais alta for a taxa de juro adoptada;

* situação idêntica se verifica na coluna seguinte (com três valores positivos e outros três negativos), indicando que, a VTxC 5 poderá ser preferível à VTxC 4 mas, apenas, se for acompanhada da Txj 4, da Txj 5 ou da Txj 6 (por ordem crescente);

* na última coluna, temos quatro valores negativos e apenas dois positivos, ou seja, a utilização da VTxC 6 em vez da VTxC 5 poderá ser desejável mas, apenas, se a combinarmos com a Txj 5 ou, melhor ainda, com a Txj 6.

São restrições e cuidados a ter na utilização dos controlos que se podem, também, confirmar, na perspectiva inversa, quando se analisam os valores da segunda parte do QUADRO 331, onde temos as variações da perda média, provocadas pelas alterações da Taxa de juro com as seis alternativas previstas para a VTxC. A maior parte dos valores da segunda parte do referido quadro são positivas, indicando que, em muitas situações, a subida da Taxa de juro aumentará a perda média mas, como existem também valores negativos, podemos concluir que:

* a passagem da Txj 1 para a Txj 2 só provocará a diminuição da perda média, se for acompanhada da utilização da VTxC 3, VTxC 4 ou VTxC 6 (por ordem crescente);

* exactamente o mesmo se aplica às passagens da Txj 2 para a Txj 3 e, a seguir, da Txj 3 para a Txj 4;

* a passagem da Txj 4 para a Txj 5 só diminui o valor da perda média, se estivermos a utilizar a VTxC 6;

* nunca se deve passar da Txj 5 para a Txj 6.

A especificidade da evolução do Produto Interno Bruto, e a sua extrema influência à actuação conjunta dos controlos, são também confirmadas com a aplicação da metodologia que já apresentámos nas duas hipóteses anteriores para explicar a evolução das diferenças das perdas que se obtêm nos 36 Ensaios.

Para esta hipótese de prioridade absoluta aos valores do PIB e utilizando os dados do QUADRO 331 para estimar a equação

$$W = a_1 \varepsilon_1 t + a_2 \varepsilon_2 \Delta t + a_3 \varepsilon_3 i + a_4 \varepsilon_4 \Delta i$$

verificamos que, ao contrário das hipóteses anteriores, agora nem 50% das diferenças das perdas dos Ensaios se poderão explicar pelas quatro variáveis que incluímos nesta última equação³⁸.

No entanto, se tivermos presente o efeito conjugado destas quatro variáveis e construirmos a seguinte equação não linear

$$W = a_1 \varepsilon_1 t + a_2 \varepsilon_2 \Delta t + a_3 \varepsilon_3 i + a_4 \varepsilon_4 \Delta i + a_5 \varepsilon_5 (\Delta t * i) + a_6 \varepsilon_6 (\Delta i * t)$$
³⁹

já poderemos explicar mais de 80% da variação das perdas dos Ensaios (o R² ajustado = 0,809164).

Confirmamos, assim, algumas especificidades da evolução da série do PIB - uma das séries mais permeáveis à actuação dos controlos e ao efeito conjugado da sua utilização simultânea.

³⁸ Uma vez mais, não apresentamos os resultados obtidos nas regressões estimadas, porque não os iremos utilizar. Neste caso, bastará, talvez, referir que o R² ajustado = 0,451451.

³⁹ Recordemos as variáveis que atrás já definimos:

W = Valores das variações das perdas nos sucessivos ensaios

t = coeficientes que utilizamos para obter os valores que atribuímos à Variação da Taxa de Câmbio

Δt = variação desses coeficientes

i = diferenças de pontos entre a Taxa de juro real e a Taxa de juro que utilizamos em cada uma das alternativas

Δi = variação dessas diferenças de pontos da Taxa de juro

$\varepsilon_1 \dots \varepsilon_6$ = variáveis "dummy" que serão 0 ou 1, conforme a variação dos controlos que se refletem nas perdas dos ensaios respectivos.

A terminar a apresentação dos resultados obtidos com esta hipótese, em que demos prioridade ao Produto Interno Bruto vamos, tal como fizemos nas hipóteses anteriores, imprimir os resultados do Ensaio que apresenta o menor valor de perda média, que é, como vimos, o ENSAIO 35 - QUADROS 332-336 e GRÁFICOS 284-288.

Confirmamos, assim, a quase total coincidência dos valores do Produto Interno Bruto com a linha dos objectivos em todos os trimestres.

O Consumo Privado e o Investimento Total estão bastante próximos dos objectivos - o Consumo com uma média ligeiramente mais baixa e, o Investimento, com média um pouco superior à dos objectivos.

A Variação do IPC tem, também, um ajustamento razoável e a média está muito próxima do nível desejado.

O controlo Consumo Colectivo tem uma média um pouco mais elevada do que o previsto e, aumenta, sobretudo, nos últimos cinco anos do intervalo de controlo.

Poderemos, pois, concluir que, com esta hipótese de prioridade ao Produto Interno Bruto, conseguimos uma boa aderência do sistema aos resultados pretendidos, não só para este objectivo, como para todos os outros.

Uma vez mais, confirmamos a possibilidade de conduzir o sistema com os controlos escolhidos mas, neste caso, como tivemos oportunidade de referir, além do Ensaio 35 que exigiria a utilização das alternativas VTxC 6 e Txj 5 com um Consumo Colectivo um pouco acima do previsto, há outras combinações de controlos possíveis sem um aumento exagerado dos valores da perda média.

Mais do que nas hipóteses anteriores, salientam-se aqui as características específicas do PIB, uma variável sujeita a oscilações e muito sensível ao efeito que os controlos sobre ele exercem, em

especial, ao da VTxC. Vimos ainda que, embora determinante, a influência da VTxC sobre o PIB, também varia com o tempo.

De acordo com os resultados obtidos nesta hipótese, parece que poderemos afirmar que, teria sido possível obter um PIB, mais elevado do que o real, sem grandes alterações nos outros objectivos.

Para o conseguir, seria necessário assegurar que o Consumo Colectivo fosse um pouco superior ao real e, simultaneamente, se mantivesse a moeda em níveis mais elevados do que os reais permitindo que a Taxa de juro fosse maior; ou, se a desvalorização da moeda fosse imprescindível (procurando, por exemplo, um maior equilíbrio das contas externas que, como sabemos, se verificou em grande parte do intervalo de controlo) poder-se-ia permitir uma desvalorização até um pouco mais forte do que a real mas, nesse caso, teria sido imprescindível baixar a Taxa de juro real.

4. 5. SITUAÇÃO III-hipótese 5)

Para terminar as hipóteses que formulámos para esta SITUAÇÃO falta, apenas, dar prioridade absoluta à última variável objectivo a Variação Trimestral do Índice de Preços do Consumidor, o que faremos utilizando a seguinte matriz de ponderação dos objectivos:

$$K = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 100 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Manteremos todos os outros passos da metodologia de apresentação e análise dos resultados que seguimos nas hipóteses anteriores. Mas, antes, convirá ainda recordar que, no Capítulo III, concluimos que, a Variação do IPC era, de todos os objectivos, o que se revelou mais volátil e, directamente, dependente da influência, de preferência simultânea, dos três controlos.

Pela análise dos valores dos multiplicadores vimos, também que, se pretendêssemos diminuir a Variação do IPC (ou, dito de outra forma, desacelerar a inflação), deveríamos deixar crescer, tanto o Consumo Colectivo, como a Taxa de juro e a Variação da Taxa de Câmbio.

Relembremos ainda que, nas duas situações de aplicação da metodologia que já ensaiamos nesta SEGUNDA PARTE, a hipótese de prioridade à Variação do IPC não conduziu a resultados que chegassemos a considerar inadmissíveis mas, também, não se revelou a forma mais ajustada de conduzir o sistema.

Na apresentação dos resultados desta hipóteses vamos, como dissemos, seguir todos os passos da metodologia que temos vindo a aplicar na SITUAÇÃO III, a começar pelo Quadro das médias das séries dos 36 Ensaio, depois o dos respectivos desvios-padrão e, terminando, com a análise dos valores das perdas médias e das possíveis influências que se poderão esperar da aplicação das combinações dos controlos exógenos.

1) médias - QUADRO 337

Pelos resultados do QUADRO 337 (e pelos GRÁFICOS 289-293) verificamos, desde já que, a Variação do IPC diverge um pouco dos objectivos, sobretudo nos primeiros Ensaio mas, há muitos outros com média de V P muito próximas e, até, mais baixas do que o valor desejado.

Entretanto, o Consumo Privado e, sobretudo, o PIB, têm médias um pouco abaixo dos objectivos. Para o Investimento temos médias de razoável amplitude, umas bastante acima, e outras bem mais baixas que a média dos objectivos.

O Consumo Colectivo tem sempre médias superiores à que, previamente, definimos de início.

2) desvios-padrão - QUADRO 338

Os resultados confirmam-se com os valores dos desvios-padrão (e os GRÁFICOS 294-298) - a Variação do IPC parece ter um ajustamento razoável na grande maioria dos Ensaio.

O Consumo Privado não se afasta demasiado em nenhum dos Ensaio.

O PIB e, sobretudo, o Investimento são os que mais oscilam, com Ensaio de resultados razoáveis e outros a divergir bastante.

O mesmo se passa com o Consumo Colectivo, cujos valores apresentam grandes oscilações.

3) perdas-médias - QUADRO 339

Tal como anteriormente, apresentamos, no QUADRO 339 (e GRÁFICOS 300-301), os valores das perdas médias nos 36 Ensaio que construímos para esta hipótese e, como sempre, separando a perda só dos quatro objectivos e a que se obtém com a inclusão do controlo endógeno (Consumo Colectivo) e verificamos que, o melhor Ensaio, pelo valor da perda média, é o ENSAIO 31.

Claro que existem outros Ensaio com perdas pouco mais elevadas e, numa situação em que não fosse possível assegurar a utilização das alternativas de controlos que se exigem no ENSAIO 31 (VTxC 6 e Txj 1) seria possível recorrer a outra escolha com base neste critério. No entanto, nesta hipótese, as diferenças de perdas médias

entre os vários Ensaio são bastante mais acentuadas do que, por exemplo, na hipótese anterior, em que, como vimos, se dava prioridade ao PIB.

E, desta vez, de acordo com o QUADRO 340, também é mais evidente o efeito que as alterações dos níveis de VTxC e Txj provocam no valor da perda média.

Assim, na primeira parte do QUADRO 340 verificamos que, à semelhança do que obtivemos para a hipótese de prioridade ao Consumo Privado:

- * o aumento da VTxC provoca sempre a diminuição do valor da perda média, uma vez que, todos os valores desta primeira parte do Quadro, são negativos e, inversamente,

- * quanto mais alta for a Txj, maior será também a perda média, porque todas as colunas apresentam valores crescentes.

São afirmações que, uma vez mais, podemos confirmar com os valores da segunda parte do QUADRO 340, onde temos:

- * valores positivos - indicando que, a subida dos valores da Txj escolhida vai aumentar o valor da perda média respectiva e,

- * colunas com valores decrescentes - sinal de que o aumento da perda média, provocado pela subida da Txj, será tanto menor, quanto mais elevada for a VTxC escolhida.

Ao ensaiarmos, com os dados do QUADRO 340, uma explicação para as diferenças na perda média dos vários Ensaio, recorrendo, uma vez mais à equação

$$W = a_1 \epsilon_1 t + a_2 \epsilon_2 \Delta t + a_3 \epsilon_3 i + a_4 \epsilon_4 \Delta i$$

verificamos que, para esta hipótese, mais de 88% da variação das perdas poderá ser atribuídas às quatro variáveis incluídas na equação (o R^2 ajustado é, agora, igual a 0,880785).

Em total concordância com o que mais atrás concluimos, nesta hipótese de prioridade absoluta à Variação Trimestral do Índice de Preços no Consumidor, a menor perda média obtém-se, no ENSAIO 31, com a utilização da VTxC 6 e da Txj1.

Os resultados deste Ensaio (QUADROS 341-345 e GRÁFICOS 301-305) mostram que o Consumo Privado se situa, sempre, abaixo da linha dos objectivos. Inversamente, o Investimento segue bem acima dos valores desejados.

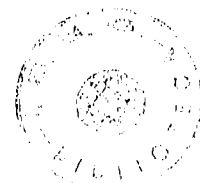
O PIB tem um ajustamento razoável mas, em média, é inferior aos objectivos.

O Consumo Colectivo também não se afasta demasiado mas, consegue ser superior ao previsto em grande parte do intervalo.

Entretanto, a Variação do IPC, a variável a que demos prioridade nesta hipótese, consegue ser, em média, inferior ao desejado e, tem, neste Ensaio, um desvio-padrão ligeiramente superior ao que ela apresentava no melhor Ensaio que obtivemos, quando demos prioridade ao Consumo Privado.

Na altura já chamámos a atenção para a natural ligação entre a evolução do Consumo Privado e da Variação do IPC.

Aqui, mais uma vez, constatamos que a prioridade atribuída à VP pode não conduzir a valores absurdos, como no caso do Investimento mas, não acrescenta nada, pelo contrário, até piora os resultados que obtivemos quando demos prioridade ao Consumo Privado.



4.6. SITUAÇÃO III - Possíveis conclusões

Nesta terceira SITUAÇÃO que considerámos para aplicação da metodologia de resolução do problema de controlo óptimo tentámos, como dissemos no início, analisar a evolução do sistema perante alternativas de definição dos dois controlos que admitimos como exógenos - a Variação Trimestral da Taxa de Câmbio e a Taxa de juro das operações activas em termos reais.

Para cada um destes controlos, definimos um intervalo de variação, acima e abaixo dos respectivos valores reais, com seis alternativas de valores para cada um, construindo, assim, 36 ENSAIOS com todas as combinações possíveis dos valores que admitimos para os controlos exógenos.

Além destes dois controlos - VTxC e Txj - continuamos, simultaneamente, a admitir o efeito do terceiro controlo, o Consumo Colectivo, que, actua como variável endógena e, para o qual, definimos, a priori, os valores que consideramos desejáveis.

Na resolução do problema, seguimos todos os passos já aplicados e explicados nas situações anteriores, optando, agora, por não introduzir a diferenciação temporal na matriz de ponderações dos objectivos e controlo endógeno (ou seja, admitindo sempre um factor de desconto $\beta=1$).

Limitamo-nos, nesta SITUAÇÃO III, a introduzir a diferenciação de ponderação dos objectivos que se traduz nas cinco hipóteses de resolução que admitimos para o problema.

Tal como seria previsível, pelos resultados que obtivemos na SITUAÇÃO anterior, em termos metodológicos, não se levanta qualquer problema de resolução.

Também aqui se confirma que, com o presente modelo (se fosse possível admitir que os controlos exógenos, $VTxC$ e Txj , pudessem ser determinados e mantidos nos níveis previstos pelos decisores), os controlos actuariam sobre o sistema, fornecendo-nos os valores que, se obteriam para os quatro objectivos, e, ainda, os níveis a que deveria ser mantido o terceiro controlo que, como vimos, continua a admitir-se como variável endógena.

Mas, com a introdução das diferentes hipóteses de ponderação dos objectivos, obtemos, para cada uma delas, 36 soluções correspondentes às 36 combinações das alternativas possíveis de variação dos controlos exógenos.

Para analisar e comparar estas diferentes soluções utilizamos as três medidas já anteriormente referidas, e que são:

1) as médias dos valores que se obtêm para as séries das cinco variáveis endógenas (os quatro objectivos, C , I , PIB e VP e ainda o controlo endógeno, G) quando se admite que o sistema funciona sob o efeito dos três controlos, médias essas que, se podem comparar com as médias que encontramos nas séries dos valores reais e na que definimos como objectivos;

2) os desvios-padrão que se obtêm entre os valores das séries com controlos e das que definimos como objectivos e

3) os valores das perdas médias (simples) que se continuam a obter com a resolução da função objectivo, definida para o problema geral de controlo óptimo e, que, se diferencia, nas várias hipóteses de resolução, apenas pelos valores que atribuímos aos elementos da diagonal da matriz de ponderação K , já que, ao longo de toda a presente SITUAÇÃO se admite um factor de desconto $\beta = 1$.

Na apresentação e análise dos resultados que obtivemos nesta SITUAÇÃO III, fomos utilizando estas três medidas para indicar, em cada uma das cinco hipóteses de ponderação dos objectivos, qual o ENSAIO que conduzia aos melhores resultados e quais as alternativas de valores para os controlos exógenos que eles exigiam.

Para terminar a análise desta SITUAÇÃO III vamos, agora, comparar os resultados obtidos nos melhores Ensaios de cada uma das cinco hipóteses de ponderação dos objectivos, continuando a utilizar como critérios de avaliação as três medidas referidas.

Começamos pelas médias, que apresentamos no quadro seguinte:

MÉDIAS DAS SÉRIES - REAIS, DOS OBJECTIVOS E COM CONTROLOS
(PARA OS ENSAIOS QUE APRESENTAM MELHORES RESULTADOS EM
CADA UMA DAS HIPÓTESES DE PONDERAÇÃO DOS OBJECTIVOS)

	C	I	PIB	VP	G
MÉDIA REAL	703,9	289,1	1037	1,059	170
MÉDIA OBJECT	708,4	290,3	1041	1,059	177
1) POND. IGUAIS (E.31)	676,5	331,3	1015,1	1,046	179,3
2) C (E.32)	708,4	314,1	1050,2	1,064	177,1
3) I (E.31)	632,3	200,6	843,0	1,139	348,5
4) PIB (E.35)	699,4	300,9	1041,0	1,062	187,4
5) VP (E.31)	676,2	341,5	1024,0	1,039	181,8

Pela comparação dos valores obtidos para as médias das variáveis endógenas, nos melhores Ensaio, de cada uma das cinco hipóteses de ponderações que, admitimos para os objectivos, verificamos que, a pior de todas as hipóteses parece ser, sem qualquer dúvida, a terceira em que se dá prioridade absoluta ao Investimento Total.

É, aliás, uma conclusão que já retirámos nas Situações anteriores e que, confirma que, apesar da simplicidade do modelo que escolhemos para representar o sistema económico e das limitações inerentes à própria metodologia de cálculo, nomeadamente, por se admitir a possibilidade de se definirem e manterem determinados valores para os controlos, os resultados que se obtêm não são apenas matemáticos e podem ter algum realismo em termos económicos. Dar prioridade absoluta ao Investimento Total é, como a realidade já provou, a pior forma de tentar intervir no funcionamento do sistema económico.

Quanto às outras hipóteses de ponderação dos objectivos, e ainda segundo os valores das médias que apresentamos no quadro anterior, a segunda hipótese, de prioridade ao Consumo Privado, revelou que, poderia ter sido possível conseguir aumentar os valores, não só deste objectivo, como do PIB e do próprio Investimento, sem se exigirem níveis muito elevados de Consumo Colectivo. Mas, claro que, esse aumento de despesa deveria ter como contrapartida uma ligeira subida da Variação do IPC, ou seja, um pouco mais de inflação do que o nível inicialmente previsto.

É uma conclusão aceitável, não apenas em termos matemáticos mas, também, em termos económicos, sobretudo, se recordarmos que, as variáveis se definem em preços correntes e existe uma ligação natural, já anteriormente sublinhada, entre as séries do Consumo Privado e da Variação do Índice de Preços do Consumidor.

Entretanto, e tal como nas situações anteriores, a tentativa de maior controlo dos preços que aqui admitimos na hipótese 5), onde damos prioridade absoluta à VP, poderá conduzir a uma menor inflação mas, que, será acompanhada da necessária descida dos valores do PIB e, sobretudo, do Consumo Privado.

São conclusões que se confirmam com os valores dos desvios-padrão entre as séries que, se obtêm com a aplicação dos controlos, nos melhores Ensaio, de todas as hipóteses e as séries que, tínhamos definido, previamente, para objectivos e que apresentamos no quadro seguinte:

DESVIOS-PADRÃO ENTRE A SÉRIE COM CONTROLOS E A SÉRIE DOS OBJECTIVOS

	C	I	PIB	VP	G
1) POND. IGUAIS (E.31)	39,7	58,8	57,0	0,040	14,23
2) C (E.32)	0,868	47,5	35,5	0,043	13,38
3) I (E.31)	84,6	192,8	258,7	0,136	279,9
4) PIB (E.35)	27,4	56,2	1,530	0,045	42,56
5) VP (E.31)	39,9	63,3	47,1	0,043	14,45

Torna-se, aqui, bem notória a reacção do sistema à intensidade das ponderações que atribuímos aos objectivos nas diversas hipóteses.

O Consumo Privado e o PIB apresentam desvios-padrão muito baixos, quando lhes damos prioridade absoluta. O Investimento é a excepção, já referida, e no caso da Variação do IPC, o desvio-padrão não é o mais baixo, quando lhe damos prioridade mas, neste caso, como acabámos de ver, é até sinal que se obteve uma série com valores mais baixos do que os previstos.

Tomando, agora, como critério de hierarquização dos melhores Ensaios das cinco hipóteses a perda média (simples) que, como sabemos, é o valor que se obtém, directamente, com a resolução das respectivas funções objectivo e que apresentamos no quadro seguinte:

		PERDA MÉDIA- OBJ	PERDA MÉDIA -OB+G
1)	POND.IGUAIS (E.31)	8188,662	8391,270
2)	C (E.32)	3590,403	3769,372
3)	I (E.31)	3798074	3869214,13
4)	PIB (E.35)	4140,849	5952,043
5)	VP (E.31)	7820,147	8028,916

confirmamos que, a melhor hipótese, continua a ser a que atribui prioridade absoluta ao Consumo Privado, seguida da que privilegia o Produto Interno Bruto e, a pior opção seria, sem qualquer dúvida, dar prioridade ao Investimento Total.

Quanto aos valores dos controlos que seria necessário manter para atingir estes resultados, verificamos que, de uma forma geral, o sistema exige um Consumo Colectivo ligeiramente superior ao previsto. Para os controlos exógenos, obtivemos, nos melhores ensaios das cinco hipóteses em análise, a utilização da VTxC 6 que, como vimos, é 2% superior à real e corresponde a uma menor desvalorização da moeda do que a que efectivamente se verificou. Para a Taxa de juro, apenas numa situação (de prioridade ao PIB) se obteve uma taxa dois pontos acima da real (Txj 5). No resto das hipóteses, exigia-se que ela fosse 2 ou 3 pontos inferiores à real (Txj 1 ou Txj 2).

São conclusões admissíveis, se tivermos presente o período em análise onde, como é sabido, houve períodos de desvalorização deliberada do valor da moeda nacional para fazer face, sobretudo, a dificuldades na Balança de Pagamentos. Foram períodos de

restrições da despesa nacional e, particularmente, do Consumo Privado.

Se não existissem essas preocupações com o desequilíbrio das contas externas e, tivesse sido possível eleger os níveis do PIB e do Consumo Privado, como prioridades da política económica, não seria de estranhar que não se desvalorizasse tanto a moeda.

Quanto à necessidade da descida das Taxas de juro, não revela qualquer surpresa e, o próprio modelo que estimámos para representar o sistema económico já indicava que, a subida da T_xj iria dificultar a subida das despesas, não só de Investimento mas, também, de Consumo Privado.

5. SISTEMATIZAÇÃO DE CONCLUSÕES

Ao longo da SEGUNDA PARTE fomos retirando conclusões sobre os resultados, que obtínhamos em cada uma das três SITUAÇÕES que admitimos para aplicação da metodologia de resolução de um problema de controlo óptimo, aplicado à análise de algumas medidas da política económica seguida em Portugal entre 1978 e 1992.

Tentaremos, agora, relembrar essas conclusões e, retomando as duas questões que formulámos logo na INTRODUÇÃO deste trabalho, começaremos pelo que se poderá dizer sobre a aplicação e adaptação da metodologia às características do nosso modelo e, passaremos depois, às possíveis conclusões sobre a avaliação da política económica seguida no período em análise.

5.1. Conclusões sobre a aplicação da metodologia

A metodologia seguida, partiu da proposta por G. Chow para formulação e resolução de problemas de controlo óptimo aplicados à análise da política económica que, como vimos, admite a formulação de regras de controlo a aplicar a um sistema formulado em espaço de estados. No estado do sistema, por nós estimado, incluímos sete variáveis: quatro objectivos e três controlos.

Para aplicação e adaptação da metodologia ao nosso sistema definimos três SITUAÇÕES.

Na SITUAÇÃO I seguimos de perto a metodologia de Chow procurando minimizar uma função objectivo

$$\text{Min } E W = E 1/T \left[\sum_0^T (y_t - a_t)' K_t (y_t - a_t) \right]^{40}$$

respeitando as restrições que derivam do funcionamento do sistema económico, restrições essas que, no nosso exemplo, formalizamos com o modelo que estimámos com dados da economia portuguesa e, que, já tivemos oportunidade de analisar no capítulo anterior. É um modelo que, como vimos, admite a seguinte formulação genérica

$$y_t = A y_{t-1} + C x_t + b_t + u_t^{41}$$

⁴⁰Recorde-se que:

y_t = vector, 7x1, das variáveis de estado onde se incluem as 4 variáveis objectivo, (no nosso exemplo: o Consumo Privado, o Investimento Total, o Produto Interno Bruto e a Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor) e, ainda, as 3 variáveis de controlo que endogeneizamos - o Consumo Colectivo, a Variação trimestral da Taxa de Câmbio e a Taxa de juro das operações activas em termos reais;

a_t = valores previamente definidos para os objectivos (e, por vezes, também, os valores que consideramos desejáveis para os controlos);

K_t = matriz diagonal, semi-definida positiva, de dimensão igual aos vectores y_t e a_t , com as ponderações que atribuímos a cada um dos objectivos seleccionados e, que determinamos com a expressão:

$$K_t = \beta^t K$$

sendo:

β = factor de desconto, que indicará a ponderação temporal que atribuímos aos objectivos ao longo do intervalo de controlo (recordemos que quanto mais baixo for o valor do factor de desconto, maiores as preocupações com os valores dos objectivos no curto prazo e, inversamente, um β elevado acentuará a intensidade das ponderações atribuídas aos objectivos no final do intervalo).

⁴¹ Relembremos, também, que:

A e C = matrizes de coeficientes constantes de dimensões 7x7 e 7x3 respectivamente;

x_t = vector, 3x1, das variáveis de controlo (G , $VTxC$ e Txj);

b_t = vector, 7x1, onde se incluem as evoluções autónomas dos objectivos (coeficientes constantes das equações estimadas) e os efeitos das variáveis exógenas, não sujeitas a qualquer controlo, no nosso caso, as Importações e as Exportações;

Na resolução do problema, tivemos presente a estrutura do vector de estado e decidimos atribuir diferentes ponderações (valores distintos à diagonal da matriz $K_t = \beta^t K$ a incluir na função objectivo) diferenciando:

- por um lado, a diagonal da matriz K inicial, com ponderações distintas, a atribuir, tanto aos objectivos, como aos controlos, incluídos no vector de estado, ao longo de todo o intervalo de controlo e

- por outro lado, o valor atribuído ao parâmetro β que, como vimos, introduz uma dimensão temporal na intensidade com que se pretendem atingir os objectivos.

Ao atribuírmos ponderações a todos os elementos da diagonal da matriz K , estabelecemos, também, metas - valores dos vectores a_t a incluir na função objectivo - valores esses que, desejamos atingíveis, não só para os quatro objectivos⁴² como, também, para os três controlos⁴³.

Seguindo a calculatória da metodologia proposta por G. Chow, calculámos, para cada uma das hipóteses de ponderação dos objectivos (com diferentes valores da matriz K inicial) e, respectivas alternativas de intensidade atribuídas à obtenção dos

u_t = vector, 7×1 , das perturbações aleatórias de média 0 e matriz de covariâncias V , e que é independente de u_s ($t \neq s$), que se inclui quando se admite a formulação do problema em termos estocásticos.

⁴² Recordemos que no nosso exemplo, admitimos um crescimento trimestral de 5% para o Consumo Privado, o Investimento Total e o PIB e, ainda, a estabilidade da evolução da Variação do IPC ao nível da média da sua evolução real.

⁴³ Não tendo definido, a priori, restrições para os três controlos, seguimos algumas indicações sobre as tendências gerais da possível evolução dos controlos, com base nas conclusões que retirámos no Capítulo anterior. Assim, admitimos um crescimento trimestral de 4% para o Consumo Colectivo, uma Variação da Taxa de Câmbio apenas ligeiramente mais baixa do que a real e uma Taxa de juro sempre um ponto abaixo da real.

objectivos ao longo do intervalo de controlo (distintos valores do parâmetro β), regras de controlo do tipo

$$x_t = G_t y_{t-1} + g_t^{44}$$

Com a introdução no sistema inicial das sucessivas funções de reacção que fomos calculando, seguindo a expressão

$$y_t = (A + CG_t) y_{t-1} + Cg_t + b_t + u_t$$

obtivemos os valores que atingiria o sistema, sob o efeito dos controlos e, pudemos verificar se eles se afastavam muito dos valores previamente definidos para os objectivos e, posteriormente, calcular as respectivas perdas médias (com a resolução da função objectivo do problema).

A aplicação desta metodologia na SITUAÇÃO I não nos levantou qualquer problema em termos de calculatória e conduz-nos, essencialmente, às seguintes conclusões:

Primeiro: A resolução do problema de controlo permitiu-nos uma razoável aproximação dos objectivos pretendidos mas, os resultados nas várias hipóteses e alternativas de valorização dos objectivos dependem muito dos valores escolhidos, quer para a diagonal da matriz de ponderação (K), quer do valor atribuído ao parâmetro β .

Pudemos, assim, constatar que, com mesmo problema - mesmos objectivos, mesmos controlos, mesmo modelo para representação do sistema económico... - bastará a alteração do valor de um simples parâmetro (β) para se obter uma solução bem diferente.

⁴⁴ Onde, relembremos:

G_t = matriz, 3×7 , cujos valores nos indicam a forma possível de actuação dos controlos, com vista a uma melhor aproximação dos objectivos pretendidos e

g_t = vector, 3×1 , da evolução autónoma das variáveis de controlo.

Segundo: A diferenciação do factor de desconto β é, também, como já tivemos oportunidade de sublinhar, determinante para os resultados que se obtêm com a resolução da função objectivo. A utilização do valor obtido para a perda média simples, como critério de hierarquização e escolha das várias hipóteses e alternativas, revelou-se, nalguns casos, insuficiente e, até, susceptível de conduzir a conclusões pouco credíveis.

Procurámos ultrapassar, em parte, a dependência deste critério do valor escolhido para o factor de desconto β e, introduzimos um ponderador que, nos permitiu obter, sempre o β era diferente de um, a perda média ponderada.

Recorremos, ainda, à utilização de outras medidas de avaliação (as médias e desvios-padrão) e, concluímos que, nunca se poderá dispensar uma análise directa das séries de valores que se obtêm, tanto para as variáveis objectivo, como para os próprios controlos.

Terceiro: Mesmo sem termos introduzido restrições explícitas para as variáveis de controlo, conseguimos, para duas delas (o Consumo Colectivo e a Variação Trimestral da Taxa de Câmbio) valores bastante próximos dos que previamente definimos como desejáveis. O mesmo não se verificou para o terceiro controlo - a Taxa de juro - que, ao longo de toda a primeira SITUAÇÃO, apresentou, sempre, valores bem distantes dos desejáveis (e que, em termos económicos, teríamos que considerar irrealistas).

Foi, sobretudo, esta última dificuldade (valores pouco aceitáveis para a Taxa de juro) que nos motivou a ensaiar uma adaptação da metodologia de cálculo inicial às características do nosso modelo, admitindo mais duas SITUAÇÕES para resolução do problema.

Na SITUAÇÃO II tivemos presentes as características específicas das variáveis de controlo que incluímos no nosso modelo. A distinta inserção das variáveis de controlo no modelo estimado⁴⁵ já fazia prever a diferença entre a actuação do Consumo Colectivo, por um lado, e a Variação da Taxa de Câmbio e a Taxa de juro, por outro.

Essa diferenciação traduz-se, ao nível das regras de controlo, que calculámos ao longo da SITUAÇÃO I, nos valores obtidos para a matriz G (que, como vimos, nos indica a melhor actuação para a possível definição dos controlos, quando os pretendemos utilizar para atingir os objectivos). Como podemos verificar, obtemos, sempre, valores nulos na coluna correspondente ao primeiro controlo, o Consumo Colectivo, indicando que, os valores deste controlo serão definidos apenas pelo vector g, ou seja, pela sua variação autónoma e, não, pela intervenção directa dos decisores. A situação não se repete para os outros dois controlos, a VTxC e a Txj, que, ao nível da matriz G, nunca correspondem a colunas nulas, indicando-nos que, é possível admitir a influência directa dos decisores na definição dos seus valores.

Partindo desta constatação, introduzimos, nesta SITUAÇÃO II, alterações na metodologia, diferenciando as hipóteses sobre a actuação dos controlos.

Assim, para o primeiro controlo (Consumo Colectivo) mantivemos a metodologia já ensaiada na SITUAÇÃO anterior, ou seja, mantivemo-lo como variável endógena, definindo, como desejável, um aumento de 4% em relação aos valores da série real. Continuámos, ainda, a atribuir-lhe ponderações através da diagonal da matriz K e, finalmente, a valorizar os desvios que apresentava em relação ao aumento previsto (desvios que, contribuíam para o

⁴⁵ Recordemos que, o Consumo Colectivo (G) foi incluído no modelo para satisfazer a equação de equilíbrio fundamental das Contas Nacionais, $Y = C + I + G + E - M$, enquanto que, os outros dois controlos, Variação Trimestral da Taxa de Câmbio (VTxC) e Taxa de juro das operações activas em termos reais (Txj) foram utilizadas como variáveis explicativas nas equações estimadas para o Consumo Privado, o Investimento Total, o PIB, as Exportações, as Importações e a Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor.

aumento da perda média que se obtinha com a resolução da função objectivo do problema).

A diferença que introduzimos foi, ao nível dos outros dois controlos, a VTxC e Txj, sendo este último, recorde-se, o controlo que maiores reservas nos tinha levantado na SITUAÇÃO I, por apresentar séries com valores pouco realistas em termos económicos. Nesta SITUAÇÃO II, em vez de admitirmos que os decisores aceitam as indicações fornecidas pelas regras de controlo, supuzemos que, os decisores, procuravam saber qual o comportamento do sistema para valores específicos da VTxC e da Txj, o que, em termos metodológicos, se traduziu na imposição desses valores para controlo do sistema.

Introduzimos, assim, ao longo de toda a SITUAÇÃO II, valores para os controlos VTxC e a Txj que supuzemos iguais às metas que, para eles definimos, na SITUAÇÃO anterior.

Mantivemos, entretanto, as hipóteses de diferenciação das ponderações através da matriz K inicial (à excepção, naturalmente, dos dois últimos valores, correspondentes à VTxC e à Txj) e as alternativas de valorização temporal, com a diferenciação do parâmetro β .

Seguindo todos os outros passos de aplicação da metodologia, pudemos, no final da SITUAÇÃO II, reforçar as seguintes conclusões:

Primeiro: Os resultados continuam a depender fortemente da definição dos ponderadores incluídos na matriz K, e, sobretudo, dos valores escolhidos para o factor de desconto β e, será sempre desejável uma análise directa dos valores das séries obtidas, já que, o critério de escolha, através do cálculo da mínima perda esperada (simples e ponderada) se pode revelar insuficiente.

Segundo: A imposição de valores que consideramos realistas para os controlos VTxC e Txj apresenta o seus "custos" ao nível do comportamento das outras variáveis. "Custos" que se traduzem numa maior dificuldade em se atingirem os objectivos pretendidos e, ainda, numa subida generalizada (mas não exagerada) das séries do Consumo Colectivo.

Terceiro: Mantém-se, no entanto, uma razoável aproximação dos objectivos e a diferenciação do comportamento do sistema, de acordo com as prioridades que definimos, permitindo-nos concluir que, seria possível admitir o controlo do sistema com os instrumentos escolhidos.

A questão que, naturalmente, se coloca é sobre a possibilidade de imposição dos valores dos controlos VTxC e Txj e, mesmo admitindo a sua imposição, poderemos perguntar se os níveis escolhidos nesta SITUAÇÃO II serão os mais adequados.

Tentando responder, em parte, a esta questão, na SITUAÇÃO III alargamos um pouco a análise e admitimos que os decisores estão interessados em conhecer o comportamento do sistema admitindo um intervalo de variação para os valores da VTxC e da Txj.

Assim, na SITUAÇÃO III, começámos por definir seis hipóteses de valores para a Variação da Taxa de Câmbio, num intervalo de -2% e +2% do que a série real e, para a Taxa de juro, outras seis hipóteses, variando num intervalo de -3 e +3 pontos do que os valores da série real.

Com estas hipóteses de variação dos dois controlos exógenos construimos 36 Ensaio e, para os analisar utilizamos três medidas:

1) médias dos valores trimestrais das cinco variáveis endógenas - os quatro objectivos, Consumo Privado, Investimento Total, PIB e Variação do IPC e, como vimos, também o Consumo Colectivo (G). Obtidos os valores das séries destas cinco variáveis e respectivas médias nos 36 Ensaio, pudemos compará-los com as médias das séries reais, assim como, com as médias das séries que, definimos, previamente, como objectivos, e tivemos uma indicação do aumento, ou queda, da média de valores das séries que, se obtêm com a introdução das hipóteses de controlos e, da sua aproximação aos objectivos pretendidos.

Apesar de se tratar de valores em média, podendo, por isso esconder algumas situações pouco desejáveis ao nível de alguns trimestres, esta medida conseguiu dar-nos uma indicação simples sobre a evolução das várias séries sob o efeitos dos controlos e possibilitou uma visão clara das reacções do sistema às prioridades atribuídas a cada um dos objectivos.

2) desvios-padrão que calculámos, também, para os 36 Ensaio, para cada uma das cinco variáveis endógenas, comparando, ainda, os valores das séries obtidas com a aplicação dos controlos e as séries dos valores definidos para objectivos.

É uma medida que reforçou as conclusões que já tínhamos retirado com a análise das médias. Claro que, não se anularam os defeitos, inerentes ao cálculo de qualquer desvio-padrão, sendo impossível distinguir se, os desvios se situam acima, ou abaixo, dos valores pretendidos mas, conseguiu, dar-nos uma ideia do comportamento das várias séries, sob o efeito dos controlos com as diferentes prioridades que atribuímos aos objectivos.

3) perdas médias (simples) - valores que, como sabemos, são apresentados na metodologia de base como critério de escolha da melhor combinação de controlos e, que, já tivemos oportunidade de comentar. O melhor Ensaio, seria, de acordo com este critério, o que apresentasse o menor valor de perda média esperada que, se obtem com o cálculo da respectiva função objectivo:

$$\text{Min } E W = E 1/T \left[\sum_0^T (y_t - a_t)' K_t (y_t - a_t) \right]$$

Foi um critério que, neste caso se revelou mais apropriado do que nas SITUAÇÕES anteriores, já que, ao longo de toda a SITUAÇÃO III, mantivemos o mesmo factor de desconto, $\beta = 1$, sem o perigo da diminuição da perda média ser devida apenas, e só, à variação deste parâmetro.

Aliás, os resultados obtidos com esta medida (perda média) não entraram em contradição e, puderam, até, ser completados com as conclusões que retirámos com a análise dos valores das médias e desvios-padrões das várias séries.

Obtidas as perdas médias para cada uma das hipóteses de valorização dos objectivos (e do controlo que mantemos endógeno, o Consumo Colectivo), tornou-se possível a análise da sua evolução sob o efeito das alternativas de valores dos controlos e uma avaliação das melhores escolhas possíveis, dentro dos respectivos intervalos de variação.

A completar esta análise, sobre o efeito dos controlos exógenos (VTxC e Txj) na evolução do sistema, analisámos, para as quatro hipóteses de prioridades atribuídas aos objectivos - C, I, Y e VP - a evolução das respectivas perdas médias com equações do tipo

$$W = a_1 \varepsilon_1 t + a_2 \varepsilon_2 \Delta t + a_3 \varepsilon_3 i + a_4 \varepsilon_4 \Delta i \quad 46$$

Pudemos, assim, constatar a evolução linear das perdas médias de três dos objectivos (apenas para um, o PIB, tivemos que formular uma equação não linear) e a sua enorme dependência, não só da definição das alternativas de valores dos controlos (variáveis t e i da equação anterior) como também dos intervalos escolhidos para a sua variação (variáveis Δt e Δi da mesma equação).

A terminar a SITUAÇÃO III, pudemos destacar, em termos metodológicos as seguintes conclusões:

Primeiro: Tal como na situação anterior, revelou-se possível a adaptação da metodologia de base às características do modelo estimado e, aos propósitos da análise nesta SITUAÇÃO - estudar o efeito das alternativas de valores definidos para os controlos exógenos (VTxC e Txj) sobre a evolução do sistema.

⁴⁶ Onde, recorde-se:

W = Valores das variações das perda nos sucessivos ensaios

t = coeficientes que utilizamos para obter os valores que atribuímos à Variação da Taxa de Câmbio

Δt = variação desses coeficientes

i = diferenças de pontos entre a Taxa de juro real e a Taxa de juro que utilizamos em cada uma das alternativas

Δi = variação dessas diferenças de pontos da Taxa de juro

$\varepsilon_1 \dots \varepsilon_4$ = variáveis "dummy" que serão 0 ou 1, conforme a variação dos controlos que se refletem nas perdas dos ensaios respectivos.

Segundo: Apesar da imposição dos valores para estes dois controlos, conseguiu-se uma razoável aproximação aos quatro objectivos definidos, sem uma grande divergência nas séries do outro controlo (o Consumo Colectivo, que continuamos a admitir como variável endógena).

Os resultados obtidos revelaram, sobretudo, a sensibilidade do sistema às ponderações atribuídas aos quatro objectivos e, permitiram-nos uma interpretação, em termos económicos, das soluções obtidas, como teremos oportunidade de sublinhar mais adiante neste ponto de Conclusões.

Terceiro: A medida proposta para hierarquização e escolha dos melhores Ensaios que construímos com as alternativas de valores dos dois controlos exógenos, a perda média (simples) que se obtém com a resolução dos objectivos, e já tivemos oportunidade de comentar mostrou-se, neste caso, um critério relativamente adequado para a análise dos vários Ensaios e a evolução do sistema sob o efeito das alternativas de controlos.

A terminar este ponto em que procurámos sublinhar algumas das conclusões sobre a aplicação e adaptação da metodologia de base nas três SITUAÇÕES definidas na SEGUNDA PARTE do nosso trabalho, poderemos dizer que, de uma forma geral, a metodologia se revelou capaz de corresponder aos propósitos da nossa análise.

O sistema respondeu ao efeito dos controlos e, conseguiu-se uma razoável aproximação dos objectivos pretendidos em muitas situações. Mesmo sem recorrermos à definição de restrições para os controlos, foi possível introduzir valores que, podemos considerar realistas e, analisar o comportamento do sistema para as várias alternativas e hipóteses de ponderação de cada um dos objectivos.

Indo ao encontro das Conclusões obtidas no final do Capítulo III da PRIMEIRA PARTE, onde analisámos as propriedades do sistema com o modelo que estimámos, poderíamos, ainda, sublinhar que, o sistema poderá ser estabilizável e controlável com os instrumentos escolhidos.

Mesmo que, muitas vezes se torne difícil a obtenção exacta dos valores dos objectivos, (pela impossibilidade de garantir a controlabilidade estado do sistema) e, se sacrifique a aproximação dos objectivos (mais viável, pela garantia de controlabilidade output do sistema), para se introduzir um maior realismo nos valores das alternativas de controlos, conseguem-se trajectórias, com uma razoável estabilidade e, viabiliza-se o estudo do comportamento do sistema sob o efeito dos controlos definidos.

Sobre a validade destas conclusões, em termos económicos, e a sua possível utilização na avaliação das medidas da política económica seguida no intervalo considerado, vamo-nos debruçar no próximo ponto, em que procuraremos sistematizar algumas das conclusões obtidas ao longo desta SEGUNDA PARTE.

5.2. Conclusões sobre a possível avaliação das medidas da política económica

A utilização da metodologia de resolução do problema de controlo óptimo formulado, teve por objectivos não só testar a viabilidade da própria metodologia como, tentar uma contribuição para o estudo do comportamento da economia portuguesa, através da análise e, possível avaliação, de algumas das medidas da política económica seguida em Portugal entre 1978 e 1992.

Na formulação do modelo estimado, tivemos, naturalmente, presentes as características da própria metodologia, optando por um modelo simples com apenas quatro objectivos - o Consumo Privado, o Investimento Total, o Produto Interno Bruto e a Variação trimestral do Índice de Preços no Consumidor - e três variáveis de controlo - o Consumo Colectivo, a Variação trimestral da Taxa de Câmbio e a Taxa de juro das operações activas em termos reais.

Quanto aos objectivos, a sua escolha não obedeceu a critérios meramente técnicos, tivemos, também, presente que, o aumento, por exemplo, do PIB, é um desejo quase consensual de todos os agentes económicos, decisores ou não da política económica, mesmo daqueles que, manifestam reservas quanto à sua forma de cálculo ou às limitações inerentes à sua utilização, como medida da verdadeira riqueza, criada num país, em determinado período de tempo.

Como componentes do próprio PIB, o Consumo Privado e o Investimento Total, naturalmente que, não contradizem o desejo de aumento do Produto. Ao escolhe-los para objectivos da política económica, procuramos especificar um pouco as possibilidades de aplicação desse Produto/Rendimento/Despesa, nomeadamente, a dicotomia, inerente à escolha entre Consumo ou Investimento que, se traduz, na opção entre satisfação imediata de necessidades ou o seu adiamento para o futuro.

A escolha da Variação do Índice de Preços no Consumidor obedeceu à preocupação sobre os elevados níveis de inflação, que se fizeram sentir em Portugal no período em análise e, um pouco, também, ao facto de termos estimado o nosso modelo com as variáveis a preços correntes. Procurámos, assim, expressar a vontade de o aumento dos montantes do PIB e de duas das suas componentes (Consumo Privado e Investimento Total) poder ser acompanhado de uma certa estabilidade dos preços, pelo menos, relativamente aos produtos utilizados no cálculo do Índice de Preços do Consumidor.

Naturalmente que, muitos outros objectivos poderiam ter sido escolhidos e, há pelo menos uma preocupação das autoridades decisoras no período em análise que mereceria a nossa atenção - o desequilíbrio das contas com o exterior. Não o explicitamos no modelo, não apenas por razões técnicas (tentativa de não se sobrecarregar demasiado o modelo para manter alguma simplicidade nas contas) mas, também, por termos presente a dependência de uma pequena economia aberta que, poderá tentar fomentar as Exportações e restringir em parte as Importações mas, dificilmente, terá poder para exercer grande influência sobre as decisões do Resto do Mundo. Assim, no nosso modelo, consideramos as Importações e Exportações como variáveis exógenas, não sujeitas a qualquer controlo, cuja influência se faz sentir ao nível do equilíbrio fundamental ($Y = C + I + G + E - M$).

Os controlos escolhidos obedeceram, ainda, a algumas razões de ordem técnica, nomeadamente, ao facto de o Consumo Colectivo ser também uma das componentes do PIB e a Variação da Taxa de Câmbio e a Taxa de juro serem utilizadas como variáveis explicativas nas equações estimadas na formulação do modelo. Mas, tivemos, também, presentes algumas características da nossa economia no período em análise - a utilização, nalguns momentos, dos gastos públicos (nomeadamente a expansão de alguns serviços de educação e saúde) com uma certa preocupação de fomento dos serviços públicos e, até certo ponto, como forma de regulação dos

desequilíbrios do mercado; e, ainda, a determinação administrativa, em grande parte do intervalo, não só da Taxa de Câmbio como da Taxa de juro.

Conhecido o modelo com que pretendemos representar o funcionamento do sistema económico e escolhidas as variáveis e metas para os objectivos e, ainda, os instrumentos de controlo, o problema formulado visava determinar formas de actuação dos controlos que permitissem a aproximação aos objectivos.

No Capítulo III, ao estudarmos as propriedades dinâmicas do sistema e a possível actuação dos controlos sobre os objectivos, já tínhamos concluído que, o modelo deveria ser controlável e estabilizável com os instrumentos escolhidos e, que, apesar das diferenças de comportamento das quatro variáveis objectivo, a Variação da Taxa de Câmbio parecia ser o controlo determinante para aproximação às metas escolhidas para os objectivos.

Ao longo da SEGUNDA PARTE, fomos utilizando e adaptando a metodologia de resolução do problema de controlo, conseguindo retirar algumas conclusões sobre o funcionamento do sistema e as suas reacções à actuação dos controlos.

No final da SITUAÇÃO I, onde, como vimos, se aplica directamente a metodologia proposta por G. Chow, pudemos destacar o seguinte:

Primeiro: Mesmo sem definirmos restrições para os instrumentos, foi possível formular regras de controlo com algum realismo económico ao nível do Consumo Colectivo e da Variação da Taxa de

Câmbio mas, como na altura sublinhámos, as Taxas de juro requeridas não se poderiam considerar admissíveis.

Segundo: Pudemos, também, constatar a enorme dependência dos resultados obtidos do valor de um simples parâmetro, β , indicador das preferências temporais dos decisores.

É uma conclusão entendível, não apenas por razões técnicas de cálculo mas, pelo facto de, este parâmetro poder traduzir a intensidade com que os decisores pretendem atingir e desfazar a obtenção dos objectivos, ao longo de determinado intervalo de tempo.

Na impossibilidade de se conhecer, exactamente, o valor dessa intensidade e, sobretudo, se tivermos presente que, na realidade, no período em análise, houve mudanças nas autoridades decisoras (com a sucessão de vários Governos) e, que, nem sempre a sua actuação seguiu uma linha de actuação convergente, poderemos, apenas, retirar algumas conclusões sobre a importância decisiva da determinação do intervalo de controlo e da intensidade com que os decisores pretenderão atingir os objectivos.

Terceiro: A diferenciação das prioridades atribuídas aos objectivos que, como já anteriormente sublinhámos, não significou, nunca, a alteração dos valores, previamente, definidos para objectivos mas, apenas, a introdução de valores distintos para a diagonal da matriz K, permitiu-nos, não só a hierarquização desses mesmos objectivos como, chegar a algumas conclusões sobre o comportamento do sistema económico e a sua possível reacção ao efeito dos controlos.

Assim, a pior de todas as hipóteses revelou-se, sem qualquer dúvida, a que dava prioridade absoluta ao Investimento Total. É uma conclusão previsível que, felizmente, nunca encontrou viabilização prática no nosso país mas que, foi, até certo ponto,

ensaiada nos países do leste europeu com os resultados conhecidos, de total distorção do funcionamento do sistema económico.

Mesmo com um modelo muito simples, como o que utilizamos na formulação do nosso problema, poderemos confirmar que, será preferível que o sistema económico funcione, sem actuação deliberada de qualquer decisor, do que permitir a intervenção de decisores que, procurem, acima de tudo, garantir elevados níveis de Investimento, forçando as gerações presentes a prescindir da satisfação das suas necessidades imediatas, em nome de uma maior satisfação dessas necessidades, num futuro, mais ou menos longínquo.

A hipótese de atribuição de prioridade absoluta à estabilidade dos preços (medida com a Variação trimestral do IPC), também não se revelou muito adequada para se atingirem os objectivos. É uma conclusão aceitável, em termos económicos, já que, a estabilidade dos preços poderá ser uma condição auxiliar para se garantir um melhor funcionamento do sistema mas, dificilmente, a poderemos aceitar como prioridade absoluta, em detrimento dos outros objectivos, nomeadamente, do aumento dos montantes do Produto/Rendimento/Despesa e da parte que se destina ao Consumo Privado.

Com a metodologia adoptada na SITUAÇÃO I, o sistema reagiu mais favoravelmente à hipótese de prioridade absoluta ao Consumo Privado - situação em que, não só este objectivo é praticamente coincidente com as metas definidas (crescimento regular de 5% por trimestre) como, se obtêm os melhores resultados, quer ao nível dos outros objectivos, quer ao nível dos controlos requeridos para os conseguir atingir.

Reacção favorável se obtém, também, quando se atribui prioridade absoluta aos montantes do Produto Interno Bruto, confirmando a hipótese de que, a obtenção das metas para este objectivo não será prejudicial à evolução de nenhum dos outros.

Os resultados obtidos no final da SITUAÇÃO I permitiram-nos confirmar a possibilidade de se definirem regras de controlo que nos aproximem dos objectivos. A principal dificuldade surgiu, como já referimos, pela impossibilidade de se aplicarem as Taxas de juro requeridas. Ao nível dos outros dois controlos, não haveria problemas e, teoricamente, teria sido possível aumentar os montantes de Consumo Privado, Investimento Total e PIB, com uma relativa estabilidade de preços.

Na SITUAÇÃO II, procurámos conhecer melhor as reacções do sistema e, sobretudo, testar a possibilidade de imposição de determinados valores para os controlos Variação da Taxa de Câmbio e Taxa de juro.

Claro que, a manutenção destes controlos aos níveis requeridos, dificilmente poderia ser assegurada pelas autoridades decisoras da política económica. Mas, se tivermos presente que, em grande parte do intervalo em análise, houve controlo administrativo, tanto do nível da Taxa de Câmbio como, da Taxa de juro, podemos supor que interessará analisar a reacção da economia e, concretamente, a possibilidade de se atingirem os objectivos, definidos para a política económica, com a imposição de determinados valores para a VTxC e a Txj.

Os resultados obtidos ao longo da SITUAÇÃO II, permitiram-nos avançar na análise e conclusões sobre o funcionamento da nossa economia, nomeadamente, no seguinte:

Primeiro: A imposição de valores que podemos considerar realistas para dois dos controlos - a Variação da Taxa de Câmbio e a Taxa de juro, não anula a conclusão, já anteriormente sublinhada,

dos resultados dependerem muito da intensidade com que se pretende atingir os objectivos (parâmetro β).

Segundo: Haverá, também, que registar que, o sistema parece reagir à imposição de valores para os controlos exógenos (VTxC e Txj), exigindo valores um pouco mais elevados do que na SITUAÇÃO anterior para as séries do controlo que continuamos a endogeneizar - o Consumo Colectivo. Não é, no entanto, uma subida para valores que se possam considerar inadmissíveis.

Terceiro: Ao nível da hierarquização dos quatro objectivos escolhidos, reforçam-se também algumas conclusões anteriores, nomeadamente, os resultados desastrosos que se obteriam para todo o sistema, com a atribuição de prioridade absoluta ao Investimento Total.

A hipótese de prioridade absoluta atribuída à Variação do IPC, embora não conduza a resultados tão desastrosos quanto a de prioridade ao Investimento, também, não se revela a melhor forma de condução do sistema.

As melhores alternativas continuam a ser as de se atribuírem prioridades absolutas ao Produto Interno Bruto (a hipótese que, agora, conduz a melhores resultados para todo o sistema) ou ao Consumo Privado.

Quarto: Centando-nos nos resultados obtidos na melhor alternativa - a de prioridade absoluta ao Produto Interno Bruto, verificamos que:

- com uma ponderação temporal constante ao longo de todo o intervalo de controlo (com $\beta = 1$) consegue-se uma total coincidência com os objectivos pretendidos, não só para o PIB, como para o Consumo Privado; o "preço" a pagar pela subida destes


dois objectivos seria um Investimento Total ligeiramente abaixo do pretendido e uma maior Variação trimestral do IPC, além do já referido, aumento do Consumo Colectivo;

- diminuindo a intensidade com que se pretendem atingir os objectivos, com a utilização de um factor de desconto $\beta = 0,5$, mantém-se a total coincidência da série do PIB com os objectivos e aumenta-se, ligeiramente, a oscilação do Consumo Privado que, tem, agora, uma média um pouco mais baixa; em compensação, o Investimento Total é quase coincidente com os valores pretendidos e o "preço" a pagar continua a ser uma ligeira subida da Variação do IPC e, ainda, o aumento (agora um pouco menor do que na alternativa anterior) dos valores do Consumo Colectivo.

No final da SITUAÇÃO II, pudemos, pois, concluir que, aparentemente, teria sido possível conduzir o sistema económico com uma Variação de Taxa de Câmbio ligeiramente mais baixa do que a real e com Taxas de juro também mais baixas e, que, isso teria permitido níveis de Consumo Privado, Investimento Total e Produto Interno Bruto acima dos verificados, desde que se admitisse uma ligeira subida dos preços (Variação do IPC) e um aumento das despesas de Consumo Colectivo.

Mas, haverá que acrescentar que, para que estes resultados fossem possíveis, teríamos que admitir, não só que o nosso modelo se revela capaz de representar o funcionamento do sistema económico, como o poder das autoridades decisoras para impor os níveis previstos para os controlos exógenos.

Naturalmente que são condições muito fortes e, mesmo que muitas das medidas de política económica tenham sido impostas por via administrativa no período que analisamos, seria difícil de admitir um total controlo sobre o valor de dois instrumentos, tão sujeitos às pressões do mercado interno e externo, como a Taxa de Câmbio e a Taxa de juro.



São restrições inerentes à própria formulação do problema de controlo óptimo aplicado à análise da política económica e, neste caso, também à metodologia seguida na sua resolução. Haverá ainda que ter presente que, a formulação e resolução de um problema deste tipo, não poderá, nunca, visar a obtenção de respostas "exactas" para a condução do sistema. Sistema esse que, como vimos, não é totalmente controlável e estará, sempre, sujeito não só à evolução autónoma das variáveis envolvidas como, também, à influência de factores exógenos, não sujeitos a qualquer controlo e, ainda, a uma componente de evolução estocástica, impossível de prever.

Admitindo que, um problema deste tipo, poderá não ter como objectivo a definição de regras estritas a aplicar na condução da política económica mas, não deixará de contribuir para um melhor conhecimento do sistema e para a análise das medidas prosseguidas, comparando-as com outras alternativas possíveis, poderemos continuar a questionar os valores propostos para os controlos exógenos ($VTxC$ e Txj): Porquê estes valores e não outros? Como reagiria o sistema à imposição de outros valores para estes dois controlos?

Tentando responder, em parte, a estas questões, introduzimos, na SITUAÇÃO III, hipóteses de variação para os dois controlos exógenos - admitindo a sua variação num intervalo de -2%, +2% em relação à série real para a Variação da Taxa de Câmbio, e de -3, +3 pontos em relação à Taxa de juro real.

Combinando estas alternativas de variação dos controlos exógenos e mantendo sempre constante a intensidade com que se pretendem atingir os objectivos, ao longo do intervalo de controlos ($\beta = 1$), admitimos cinco hipóteses de variação das prioridades atribuídas aos objectivos, construimos 36 Ensaios para cada uma delas.

Dos resultados obtidos poderemos destacar o seguinte:

Primeiro: A partir dos resultados dos melhores Ensaio, de cada uma das hipóteses de valorização dos objectivos, podemos afirmar que:

- continua a ser preferível, para todas as variáveis, que se atribua prioridade absoluta ao Consumo Privado, seguido de muito perto, pela hipótese de prioridade ao Produto Interno Bruto;

- ao atribuir prioridade absoluta a um destes objectivos atinge-se uma quase total coincidência com os valores inicialmente definidos para as variáveis a que damos prioridade, conseguindo, ao mesmo tempo, níveis de Investimento Total superiores aos previstos e uma Variação do IPC apenas um pouco acima do desejado. Quanto ao Consumo Colectivo, ele mantém-se quase coincidente com o previsto, quando a prioridade é do Consumo Privado e, sobe ligeiramente, quando se privilegia o PIB mas, sem atingir valores que possamos considerar inadmissíveis.

Segundo: Quanto às melhores alternativas de controlos, mantendo a utilização simultânea dos três controlos (Consumo Colectivo, VTxC e Txj) parece ser desejável optar por Taxas de juro bem mais baixas do que as reais, deixando subir a Variação da Taxa de Câmbio um pouco acima do real.

São conclusões entendíveis, não apenas por razões metodológicas e por a VTxC se ter revelado, desde sempre, o controlo determinante para a condução do sistema mas, também, à luz da realidade económica vivida em Portugal no período em análise.

Claro que, como atrás já referimos, não será possível a identificação, nestes anos, de uma política económica totalmente coerente, com objectivos bem especificados e medidas orientadas para a sua obtenção. É uma impossibilidade devida, não só à sucessão de vários governos, com prioridades por vezes distintas mas, também e, naturalmente, porque as decisões de qualquer governo, por muito que se defenda a transparência da sua actuação, não obedecem às orientações de nenhum modelo matemático.

Mas, não deixa, também, de ser verdade que, no intervalo que analisamos, muitas vezes a desvalorização da moeda obedeceu mais a critérios e imposições de ordem externa (desequilíbrio da Balança de Pagamentos, acordos com o FMI e respectivo controlo de contas...) do que as prioridades de aumento do Produto e, muito menos, do Consumo Privado.

Numa situação em que fosse possível admitir que as restrições externas eram um dado adquirido, sobre o qual não iríamos exercer qualquer controlo (como no nosso modelo) e, se tivéssemos como objectivos primordiais o aumento do Consumo Privado e do PIB, não seria impossível admitir que, os melhores resultados se obteriam com a queda das Taxas de juro e uma menos forte desvalorização da moeda (subida da VTxC).

Terceiro: Haverá, entretanto, que destacar algumas diferenças no comportamento das variáveis objectivo, nomeadamente, a comparação entre o Consumo Privado e o PIB que, como vimos, são as prioridades que conduzem aos melhores resultados para todo o sistema.

No caso do Consumo Privado, trata-se de uma série com uma forte componente autónoma, sujeita à influência dos controlos mas, com uma linha bem definida. No nosso exemplo, e com a metodologia seguida nesta SITUAÇÃO, na hipótese se atribuir prioridade absoluta ao Consumo Privado, os melhores resultados obtinham-se, sem qualquer dúvida, no Ensaio 31, com a utilização da Txj 1 (três pontos abaixo da taxa real) e a VTxC 6 (2% acima da VTxC real).

Em contrapartida, a série do PIB, revelou-se, sempre, uma das mais permeáveis ao efeito dos controlos, com muito pouca autonomia de evolução e sujeita a oscilações. São características que se refletem na possibilidade de utilização de várias hipóteses de combinações de controlos, com resultados finais muito próximos. Mesmo assim, a tendência geral, parece ser a de se desvalorizar menos a moeda e, quanto menor essa desvalorização ou, eventual valorização (VTxC

mais elevadas), maior a possibilidade de se admitirem Taxas de juro mais altas.

O comportamento diferenciado dos objectivos, com distintas sensibilidades à actuação simultânea dos controlos, remete-nos para o que pensamos ser uma das principais conclusões, não só dos resultados obtidos nesta SITUAÇÃO como de todos os outros cálculos por nós efectuados ao longo deste capítulo - a impossibilidade prática de definição de regras de actuação únicas, a aplicar uniformemente, uma vez formulado o modelo e definidos os objectivos e controlos a incluir num problema de controlo óptimo deste tipo.

Neste caso, como tivemos oportunidade de referir, não há só várias combinações de controlos possíveis, várias alternativas de atribuição de prioridades (nomeadamente, entre o Consumo Privado e o PIB) ou, até, como vimos nas situações anteriores, uma enorme dependência dos resultados face ao valor de um simples parâmetro (a intensidade que se atribui à obtenção dos objectivos ao longo do intervalo de controlo, β), haverá que contar, também, com a influência das alternativas previstas para os controlos exógenos e, até, como demonstrámos, do próprio intervalo que definimos para a sua variação.

No entanto, e apesar de todas as limitações obtivemos alguns resultados que poderão justificar a utilização de metodologias deste tipo como suporte à análise e decisões ao nível da política económica, nomeadamente, os seguintes:

1) melhor conhecimento das séries das variáveis que definimos como objectivos e da sua permeabilidade ao efeito dos controlos;

2) hierarquização desses mesmos objectivos;

3) diferenciação da actuação dos controlos;

4) tendências gerais da melhor definição dos controlos para se atingirem os objectivos definidos.

Com o modelo que utilizámos como exemplo, poderemos concretizar estes quatro pontos, concluindo:

1) dos quatro objectivos escolhidos, a Variação do IPC é a série mais permeável ao efeito dos controlos, o PIB tem, também, pouca autonomia de evolução própria e reage bem à influência dos controlos; apesar de mais autónomo, o Consumo Privado não deixa de reagir à actuação dos controlos e, dos quatro objectivos, é o Investimento que se apresenta como mais autónomo, embora pareça possível influenciar a sua evolução no sentido pretendido;

2) o sistema reage melhor quando se atribuem prioridades ao Consumo Privado ou ao PIB, conseguindo-se, nestes casos, uma quase total coincidência com os objectivos, não só para estas como para todas as outras variáveis endógenas; os resultados são bem piores se dermos prioridade à Variação do IPC e, há uma total distorção de todo o sistema, se se atribuir prioridade absoluta aos montantes do Investimento Total;

3) no nosso caso, admitimos que o Consumo Colectivo era uma variável endógena e obtivemos os valores que ele deveria respeitar para se atingirem os objectivos; os outros dois controlos - a Variação da Taxa de Câmbio e a Taxa de juros - foram, nalgumas situações, consideradas como exógenas e o que testámos foram os resultados a que conduziria a utilização de algumas alternativas para os seus valores. Quanto ao efeito que cada um destes controlos exercerá sobre o sistema, na eventualidade de actuarem em separado, tivemos oportunidade de concluir (mas, não de testar) que a VTxC parece ser determinante para se atingirem os quatro objectivos;

4) as tendências gerais determinadas indicam que, se os três controlos actuassem em conjunto sobre o sistema, seria preferível que os valores do Consumo Colectivo fossem ligeiramente superiores aos reais, a Variação da Taxa de Câmbio também um pouco acima da real (o que se traduziria numa menor desvalorização da moeda e, na eventual valorização, nalguns trimestres) e a Taxa de juro se mantivesse abaixo da série real.

A terminar este ponto, diríamos que, a evolução de um sistema económico poderá ter características e propriedades semelhantes às dos sistemas dinâmicos de outro tipo e, tal como os outros sistemas, reagem à actuação dos decisores. No entanto, pelas suas próprias características de evolução, pelo carácter autónomo de muitas das suas variáveis e por todo o tipo de factores a que estão sujeitos, alguns deles de carácter estocástico, cuja evolução não é possível prever nem, muito menos, conduzir, o controlo a exercer sobre um sistema económico não poderá, nunca, obedecer a regras de controlo automático de tipo mais ou menos mecânico.

Em cada situação concreta, de acordo com os objectivos e prioridades específicas, os controlos exercerão o seu efeito sobre o

sistema e, poderão ajudar a encaminhá-lo na direcção desejada mas, haverá que contar, sempre, com a dinâmica própria do sistema económico, com os factores exógenos e aleatórios que actuarão sobre o sistema e, até, com o efeito conjugado de todos os controlos e demais factores que influenciam o sistema.

Cumprirá aos decisores, nomeadamente ao nível da política económica, ponderar qual a melhor actuação no momento e, naturalmente, a permanente correcção das actuações face aos resultados obtidos.

Um problema de controlo óptimo, como o que aqui formulámos, não poderá dar respostas "exactas" sobre a "única" forma possível de definição dos controlos, em cada uma das situações. Poderá, apenas, e é o que pretende, fornecer indicações e tendências, sobre a melhor definição dos controlos e os resultados previsíveis com várias alternativas de valores.

CONCLUSÕES

A terminar o nosso trabalho, não podemos deixar de sublinhar que, num mundo de crescente incerteza, com uma evolução, cada vez mais, caracterizada por períodos de progressões seguidos de outros com inevitáveis regressões, em todos os sistemas sociais, muito seria de estranhar que os sistemas económicos conseguissem seguir trajectórias, tão conhecidas e previsíveis que, nos permitissem a condução exacta para os objectivos pretendidos.

Assim, a definição das **propriedades dinâmicas dos sistemas** e a possibilidade da sua aplicação aos sistemas económicos, poderão ser aceites como válidas mas, apenas e só, se forem entendidas como métodos de análise e melhoria do conhecimento sobre os factores capazes de influenciar a evolução desses sistemas e, nunca, como propriedades "universais", válidas para todos os sistemas dinâmicos de qualquer tipo e capazes, por si sós, de garantir a evolução dos sistemas por trajectórias previsíveis.

Neste sentido, a utilização de técnicas matemáticas como a do **CONTROLO ÓPTIMO**, para formulação e resolução de problemas económicos, nomeadamente, para análise das medidas e possíveis resultados da política económica, talvez possa contribuir para um maior rigor e transparência na definição dessas medidas mas, não poderá, nunca, pretender anular o risco e incerteza, inerentes à tomada de decisões ao nível da política económica.

A consciência do risco e incerteza que acompanham as decisões, conduziu à formulação e resolução dos problemas em termos estocásticos e enriqueceu o nosso conhecimento sobre a evolução e propriedades dos sistemas mas, naturalmente que, não conseguiu fornecer as respostas adequadas para a actuação dos decisores.

São conclusões que procurámos reforçar, ao longo deste trabalho. Começámos por relembrar as principais contribuições para a definição das propriedades dinâmicas dos sistemas económicos - **controlabilidade** e **estabilidade** - propriedades que tornaram viável a formulação de problemas de **CONTROLO ÓPTIMO**, aplicados à área económica e o desenvolvimento de metodologias específicas para a sua resolução.

Em seguida, estimámos um modelo com dados da economia portuguesa - admitindo quatro objectivos: o **Consumo Privado**, o **Investimento Total**, o **Produto Interno Bruto** e a **Variação Trimestral do Índice de Preços do Consumidor**, e três controlos: o **Consumo Colectivo**, a **Variação Trimestral da Taxa de Câmbio** e a **Taxa de juro das operações activas em termos reais** - modelo esse que, nos permitiu testar as definições de **controlabilidade** e **estabilidade** e, desde logo, constatar que, a sua verificação dependia, em grande parte, da própria formulação do modelo.

No nosso caso, ao adoptarmos a formulação em espaço de estados que, normalmente, se utiliza nos problemas de controlo óptimo, incluindo no vector de estado todos os objectivos e controlos,⁴⁷ eliminámos, a priori, a verificação da **controlabilidade estado**, e tornámos difícil a manutenção da **controlabilidade trajectória**. Apenas a **controlabilidade output**, ou seja, a possibilidade de se definirem controlos capazes de conduzirem o sistema para os valores previamente definidos para as variáveis objectivo, parecia, à partida, matematicamente assegurada.

Testámos, também, a **estabilidade** do sistema e, pelos valores próprios obtidos para as variáveis objectivo, verificámos que, deveria existir a possibilidade de se conduzir o sistema para os objectivos pretendidos e, em princípio, mais depressa e com menores oscilações do que as que ele, autonomamente, seguiria. E, desde logo, constatámos que as trajectórias dos objectivos deveriam ser bem distintas, sendo de prever que, umas fossem mais permeáveis ao efeito dos controlos (o **PIB** e a

⁴⁷ Sem definirmos restrições para os objectivos e admitindo ainda, no vector \mathbf{b}_1 , a influência de duas variáveis exógenas (Importações e Exportações) e a variação autónoma das variáveis de estado.

Variação do IPC) e, outras, bem mais autónomas (o **Consumo Privado** e o **Investimento**).

A possibilidade de actuação dos controlos sobre o sistema foi, ainda, reforçada com a aplicação da metodologia de "**decomposição do sistema**" que nos permitiu confirmar que, um sistema deste tipo, não necessita de obedecer à conhecida "**Regra de Tinbergen**" e pode ser controlado com um número de instrumentos linearmente independentes inferior ao número de objectivos linearmente independentes. No nosso modelo, cada um dos objectivos reagia ao efeito dos controlos, em conjunto ou separados, e verificámos que, se tivéssemos que optar pela utilização de apenas um dos três controlos, a **Variação da Taxa de Câmbio** parecia ser a escolha mais adequada para influenciar os objectivos.

Testadas as propriedades dinâmicas do modelo por nós estimado que, a priori, se revelou susceptível de ser controlado com os instrumentos escolhidos, pudemos passar à formulação do problema de **CONTROLO ÓPTIMO**, com a definição da função objectivo a minimizar, sujeita às restrições impostas pelo modelo que admitimos como representativo do funcionamento do sistema económico.

Na resolução do problema, começámos (no que designámos por **SITUAÇÃO I**) por seguir de perto a metodologia proposta por **G.Chow**, calculando as regras de controlo a inserir no sistema para se atingirem os objectivos pretendidos para várias hipóteses de ponderação dos quatro objectivos (e dos três controlos que endogeneizamos).

No final desta primeira **SITUAÇÃO** confirmámos a instabilidade do sistema, pois, embora matematicamente fosse possível resolver o problema sem dificuldades, bastava uma pequena modificação nos valores de um simples parâmetro, ao nível da matriz de ponderações **K** ou do factor de desconto β , para que os resultados sofressem grandes alterações.

Em termos económicos, verificámos que, o sistema reagia melhor quando se atribuía prioridade absoluta aos valores do **Consumo Privado** e do **PIB** e, bastante pior, com a prioridade da estabilidade dos preços (**Variação trimestral do IPC**), enquanto que, a prioridade ao **Investimento Total** conduzia à distorção de todo o sistema.

Por outro lado, a não imposição de restrições para os valores dos controlos não impedia que as **regras de controlo** obtidas fossem viáveis para dois dos controlos escolhidos - o **Consumo Colectivo** e a **Variação da Taxa de Câmbio** - mas, o mesmo não se verificava para o terceiro controlo - a **Taxa de juro** - que apresentava, quase sempre, valores que, economicamente, teríamos que considerar inadmissíveis.

Tentando ultrapassar algumas das dificuldades sentidas ao longo da **SITUAÇÃO I**, optámos pela adaptação da metodologia de base e, tendo presentes as características do modelo estimado e as regras de controlo com ele obtidas, fomos diferenciar a actuação dos três controlos, continuando a admitir um **Consumo Colectivo** endógeno, com os valores fornecidos pelas regras de controlo mas, atribuindo, exogenamente, valores para os outros dois controlos - a **Variação Trimestral da Taxa de Câmbio** e a **Taxa de juro**.

Com estas modificações metodológicas, testámos, na **SITUAÇÃO II**, o comportamento do sistema, com as mesmas hipóteses e alternativas de ponderações dos objectivos e valorização temporal (através do factor de desconto β) já admitidas na **SITUAÇÃO** anterior ⁴⁸.

No final da **SITUAÇÃO II**, concluímos que, matematicamente, continuava a não existir qualquer dificuldade na resolução do problema. No entanto, os resultados refletiam, ainda, em grande parte, as escolhas dos parâmetros escolhidos para a matriz de ponderações **K** e o factor de desconto β .

Em termos de prioridades, o sistema continuava a reagir melhor à valorização do **PIB** e do **Consumo Privado** e, um pouco pior, à **Variação do IPC**, sendo, sempre, de evitar a prioridade absoluta do **Investimento Total**.

Entretando, o sistema reagia à imposição de valores para dois dos controlos escolhidos, quer através da exigência de valores ligeiramente

⁴⁸ Excluindo, naturalmente, as hipóteses de prioridades atribuídas aos controlos **Variação da Taxa de Câmbio** e **Taxa de juro** que ensaiamos na **SITUAÇÃO I** e agora eliminamos porque passamos a admitir que estes dois controlos são exógenos.

mais elevados para o outro controlo, quer na maior dificuldade para se atingirem os valores dos objectivos.

Procurando aprofundar as conclusões obtidas com a adaptação da metodologia utilizada ao longo da **SITUAÇÃO II**, definimos, na **SITUAÇÃO III**, intervalos de variação para os valores dos dois controlos exógenos, construindo **36 Ensaios** para cinco hipóteses de valorização dos objectivos (e do controlo Consumo Colectivo que continuamos a admitir como endógeno).

A análise dos resultados obtidos nos **Ensaios** da **SITUAÇÃO III**, permitiu-nos retirar algumas conclusões sobre as melhores prioridades a atribuir aos objectivos, sendo, sempre, preferível a maior valorização do **Consumo Privado**, seguido de perto pelo **PIB** e, já bem pior, com a prioridade da **Variação do IPC**. E, tal como nas **SITUAÇÕES** anteriores, o sistema continuava a reagir muito mal à prioridade absoluta do Investimento Total.

Ao nível dos controlos, com as alternativas que admitimos para a **Variação da Taxa de Câmbio** e a **Taxa de juro**, verificou-se que, de uma forma geral, teria sido preferível optar por **Variações da Taxa de Câmbio** um pouco acima das reais (o que se traduziria numa ligeira valorização da moeda ou, pelo menos, numa menor desvalorização) acompanhada pela descida da **Taxa de juro**. Os valores requeridos para o **Consumo Colectivo** seriam um pouco acima dos reais mas, sem atingirem valores que possamos considerar inadmissíveis.

Retomando as duas questões que formulámos na **INTRODUÇÃO** deste trabalho ⁴⁹, poderemos concluir que:

1º) a metodologia escolhida, com as adaptações às características do modelo e das regras de controlo com ele obtidas, tornou possível o teste, não só das propriedades dinâmicas do sistema, como a análise de algumas das medidas da política económica seguida em Portugal entre 1978 e 1992;

⁴⁹ Questões a que já procurámos responder, com algum detalhe, no ponto de **Sistematização das Conclusões** no final da **SEGUNDA PARTE**.

2º) a aplicação dos controlos escolhidos teria possibilitado a aproximação aos quatro objectivos escolhidos.

Objectivos esses que, sem serem totalmente incompatíveis, revelaram diferenças significativas nas orientações do sistemas. A atribuição de maiores valorizações aos valores do **Consumo Privado** ou do **PIB** demonstrou ser, sempre, preferível à prioridade de maior estabilidade dos preços (medida pela **Variação trimestral do Índice de Preços do Consumidor**) e, de todas, a pior opção seria sempre a prioridade absoluta que se atribuisse ao **Investimento Total**.

Quanto aos Controlos, vimos que, eles pareciam ser capazes de influenciar a evolução do sistema e que, de uma forma geral, teria sido preferível optar por uma ligeira subida dos valores do **Consumo Colectivo**, acompanhada de uma maior **Variação trimestral da Taxa de Câmbio** e da descida das **Taxas de juro** .

Naturalmente que, estas conclusões poderiam ser enriquecidas se tivéssemos optado por um modelo mais sofisticado, ou, mesmo com este modelo, se tivéssemos desenvolvido a formulação e resolução do problema, em termos estocásticos, admitindo mais alternativas de variação, não só para os valores dos controlos, mas, para todos os factores, conhecidos (no exemplo, as Exportações e Importações) ou não, susceptíveis de influenciar a evolução do sistema.

Outro vector de investigação a desenvolver poderá ser, o aprofundar das conclusões obtidas com a metodologia de "**decomposição do sistema**" que, nos permitiu analisar o efeito previsível que os controlos exerceriam, sem separado, sobre os objectivos escolhidos. No nosso exemplo, a **Variação da Taxa de Câmbio**, revelou ser o controlo que exercia maior efeito sobre o sistema e, poder-se-ia prosseguir na adaptação da metodologia de resolução do problema, admitindo, apenas, a actuação deste controlo e, eventualmente, a comparação com situações em que se admitisse a utilização dos outros controlos, sozinhos, ou, combinados dois a dois, etc.

Antes de terminar, gostaríamos ainda de sublinhar que, a aplicação de metodologias deste tipo, nos continua a parecer válida, não apenas, enquanto vector de investigação teórica, sobre as possíveis semelhanças (ou diferenças) da evolução dos sistemas dinâmicos de vários tipos e a especificidade que poderá caracterizar a evolução dos sistemas económicos, mas, também, enquanto método de investigação empírica, capaz de enriquecer o nosso conhecimento sobre o funcionamento da economia dos vários países e de melhor fundamentar as decisões, nomeadamente, ao nível da política económica.

Haverá, no entanto, também que ter presente que, mesmo com muito rigor na aplicação deste tipo de metodologias, atingindo-se uma grande sofisticação na modelização dos sistemas e na formulação e resolução dos problemas, não poderemos nunca ambicionar a obtenção de um "total " conhecimento sobre a evolução e dinâmica dos sistemas económicos.

Mesmo que eles apresentem algumas semelhanças com os sistemas de outros tipos, a própria realidade económica parece confirmar que, os desequilíbrios são sempre possíveis que, a dinâmica não se resume à caracterização de propriedades, mais ou menos conhecidas e, matematicamente verificáveis mas, é uma dinâmica de constante mutação da realidade de cada um dos países, com características específicas de desenvolvimento que, dificilmente se adaptam a regras universais de controlo.

E, será pelo reconhecimento das especificidades dos países, nos diferentes momentos da sua evolução, que hoje se assiste não só ao desenvolvimento das técnicas de **controlo estocástico** que, procuram ter presente a aleatoriedade que acompanha as decisões sobre os sistemas, como, mais recentemente, ao aparecimento de teorias, por enquanto mais ao nível da gestão de empresas, sobre o **caos** e a **auto-organização**.

São teorias que, não pretendem por em causa a necessidade de actuação dos decisores e a influência da regulação mas, sim, os modelos que se baseiam nos pressupostos de estabilidade e absoluta

previsibilidade dos sistemas. Partindo, uma vez mais, das observações e resultados obtidos noutras ciências, nomeadamente nos sistemas físicos e biológicos, analisa-se a evolução dos sistemas, admitindo que, mesmo os que se regulam por leis bem conhecidas, apresentam comportamentos aleatórios e, intrinsecamente, não previsíveis a longo prazo.

Trata-se, aliás, de reconhecer, ao nível das teorias dos sistemas dinâmicos e da própria decisão, o que já se vem desenvolvendo noutras ciências - da filosofia, à sociologia, até à gestão económica - a realidade é bem mais complexa do que poderíamos prever e, se pretendemos estudá-la e, sobretudo, influenciar a sua evolução, temos que admitir, não só o nosso desconhecimento, como o constante desafio que a evolução dos sistemas coloca à nossa criatividade.

De facto, todo o conhecimento a que chamamos "científico" tem sido construído com a aceitação da existência de uma "ordem natural", capaz de ser descrita e controlada com regras adequadas às condições do equilíbrio.

A aceitação da desordem e do caos, como características da evolução dos sistemas dinâmicos, é bem mais difícil de defender e faz apelo à nossa capacidade de constante adaptação dos saberes às novas condições dos sistemas a exigirem criatividade. É uma perspectiva que começa a ser desenvolvida, sobretudo, no mundo empresarial, com a rejeição de uma visão simplista, por vezes até mecanicista, sobre a dinâmica dos sistemas.

A questão a colocar é a que, naturalmente, não poderemos, por agora, responder é: Será possível a aceitação destes resultados e o seu desenvolvimento, com aplicação a outras áreas de decisão, nomeadamente, ao nível da política económica?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEL, A.B. (1975) - "A Comparison of Three Control Algorithms as Applied to the Monetarist-Fiscalist Debate", Annals of Economic and Social Measurement, vol. 4, Nº 2, pag. 239-252.
- ALBOUY, M. (1972) - La Régulation Économique dans l'Entreprise, Dunod.
- ALLEN, R.G.D. (1967) - Macroeconomic Theory, St. Martin's Press.
- AOKI, M. (1973) - "Sufficient Conditions for Optimal Stabilization Policies", The Review of Economic Studies, vol. XL (1), Nº121, pag.131-138.
- AOKI, M. (1974) - "Local Controlability of a Decentralized Economic System", The Review of Economic Studies, vol. XLI (1), Nº125, pag.51-63.
- AOKI, M. (1976) - Optimal control and System Theory in Dynamic Economic Analysis - North-Holland.
- AOKI, M. (1987) - State Space Modelling of Time Series - Springer-Verlag.
- AOKI, M. e CANZONERI, M. (1979) - "Sufficient conditions for control of target variables and assignment os instruments in dynamic macroeconomic models", International Economic Review, vol. 20, Nº 3, pag. 605-616.
- AOKI, M. e MARZOLLO, A.- editores (1979) - New Trends in Dynamic System Theory and Economics, Academic Press.
- ARENA, R. e TORRE, D. - coordenadores (1992) - KEYNES et les nouveaux keynésiens, Presses Universitaires de France.
- ARNOLO, L. (1974) - Stochastic Differential Equations: Theory and Applications Wiley.
- ARROW, K.J. (1960) - "The Work of Ragnar Frisch, Econometrician", Econometrica, vol.28, Nº2, Abril.
- ARROW, K.J. (1983) - General Equilibrium, Basil Blackwell.
- ARROW, K.J. (1984) - Individual Choice under Certainty and Uncertainty, Basil Blackwell.
- ARROW, K.J. (1984) - The Economics of Information, Basil Blackwell.
- ARROW, K.J., BLOCK, H. D. e HURWICZ, L. (1959) - "On the Stability of Competitive Equilibrium, II", Econometrica, vol.27, Nº1, Janeiro.
- ARROW, K.J. e HURWICZ, L. (1958) - "On the Stability of Competitive Equilibrium, I", Econometrica, vol.26, Nº1, Janeiro.
- ARROW, K.J. e HURWICZ, L. - editores (1977) - Resource Allocation Processes, Cambridge University Press.
- ATHANS, M. (1975) - "Survey of Decentralized Control Methods", Annals of Economic and Social Measurement, vol. 4, Nº 2, pag. 345-355.
- BARRO, R.J. e GORDON, D. B. (1983) - "Rules, Discretion and Reputation in a Model of Monetary Policy", Journal of Monetary Economics, vol. 12, pag. 101-121.
- BARRO, R.J. e GORDON, D.B. (1983) - "A Positive Theory of Monetary Policy in a Natural Rate Model", Journal of Political Economy, vol. 91, pag. 589-610.
- BAUMOL, W.J.. (1970-3ª edição, 1959-1ª edição) - Economic Dynamics-an Introduction, The Macmillan Company.
- BEAN, C. R. (1986) - "The Estimation of "Surprise" Models in the "Surprise" Consumption Function", Review of Economic Studies, vol. 49, pag. 497-516.
- BELLMAN, R. E. (1971) - Introduction to the Mathematical Theory of Control Processes, Academic Press.
- BELLMAN, R. E. e DREYFUS, S. E. (1965) - La Programmation Dynamique et ses Applications, Dunod (tradução de Applied Dynamic Programming, Princeton University Press).

- BENASSY J.-P. (1984) - Macroeconomie et théorie du déséquilibre, Dunod.
- BENSOUSSAN, A., KLEINDORFER, P e TAPIERO, C.S. (1980) - Applied Stochastic Control in Econometrics and Management Science, North-Holland Publishing Company.
- BLANCHARD, O. J. e QUAH, D. (1989) - "The Dynamic Effects of Aggregate Supply and Demand Disturbances", American Economic Review, vol. 79, pag. 655-673.
- BOOTHE, P. e GLASSMAN, D. (1987) - "The Statistical Distribution of Exchange Rates: Empirical Evidence and Economic Implications", Journal of International Economics, vol. 22, pag. 297-319.
- BOX, G.E.P. e JENKINS, G.M. (1970) - Time Series Analysis. Forecasting and Control, Holden-Day.
- BROCK, W. A. (1974) - "Money and Growth: The Case of Long-Run Perfect Foresight ", International Economic Review vol. 15, pag. 750-777.
- BROCK, W.A. e SCHEINKMAN, J.A. (1976) - "Global Asymptotic Stability of Optimal Control Systems with Applications to the Theory of Economic Growth", Journal of Economic Theory, vol. 12, N° 1, (Fevereiro) pag. 164-190.
- BROCK, W.A. e SCHEINKMAN, J.A. (1977) - "The Global Asymptotic Stability of Optimal Control Systems with Applications to Dynamic Economic Theory", in PITCHFORD e TURNOVSKY - editores (1977), pag. 173-205.
- BRYANT, R. C., HOOPER, P. e MANN, C.L.- editores (1993) - Evaluating Policy Regimes - New Research in Empirical Macroeconomics, The Brookings Institution.
- BUITER, W. (1981) - "The Superiority of Contingent Rules over Fixed Rules in Models with Rational Expectations ", Economic Journal, vol. 91, pag. 647-670.
- BUITER, W.. (1987) - "Structural and Stabilization Aspects of Fiscal and Financial Policy in the Dependent Economy", Oxford Economic Papers, vol. 39, N° 1, pag.220-245.
- BUITER, W. (1990) - Principles of Budgetary and Financial Policy, Harvester Wheatsheaf.
- BUITER, W. e GERSOVITZ, M. (1981) - "Issues in controllability and the theory of economic policy", Journal of Public Economics, vol. 15, N° 1, pag. 33-43.
- BUITER, W. e GERSOVITZ, M. (1984) - "Controllability and the theory of economic policy", Journal of Public Economics, vol. 24, N°1, pag. 127-129.
- BURMEISTER, E. (1980) - Capital Theory and Dynamics, Cambridge University Press.
- CAINES, P.E. (1988) - Linear Stochastic Systems, John Wiley and Sons.
- CALVO, G.A.. (1977) - "The Stability of Models of Money and Perfect Foresight: A Comment", Econometrica, vol. 45, pag. 1737-1740.
- CALVO, G.A. (1978) - "On the Time Consistency of Optimal Policy in a Monetary Economy", Econometrica, vol. 46, N° 6, pag. 1411-1428.
- CAMPBELL, J.Y. e DEATON, A. (1989) - "Why is Consumption so Smooth?", Review of Economic Studies, vol. 56, pag. 357-373.
- CAMPBELL, J. Y e MANKIW, N. G. (1989) - "Consumption, Income and Interest Rates: Reinterpreting the Time Series Evidence", NBER Macroeconomics Annual.
- CAMPBELL, J. Y. e PERRON, P. (1991) - "Pitfalls and Opportunities: What Macroeconomists Should Know about Unit Roots", Macroeconomics Annual (1991), pag. 141-219.

- CHAMBELL, J. Y. e MANKIW, N. G.. (1987) - "Are Output Fluctuations Transitory?", Quarterly Journal of Economy, vol. 102, pag. 857-880.
- CASS, D. e SHELL, K. (1976) - "Introduction to Hamiltonian Dynamics in Economics", Journal of Economic Theory, vol. 12, Nº 1, pag. 1-10.
- CASS, D. e SHELL, K. (1976) - "The Structure of Stability of Competitive Dynamical Systems", Journal of Economic Theory, vol. 12, Nº 1, pag. 31-70.
- CHANG, F-R. (1988) - "The Inverse Optimal Problem: A Dynamic Programming Approach", Econometrica, vol. 56, Nº 1, pag. 147-172.
- CHIANG, A. C. (1982) - Matemática para Economistas, McGraw-Hill do Brasil, (tradução de Fundamental Methods of Mathematical Economics, 1ª ed.1967, 2ªed,1974, McGraw-Hill).
- CHIANG, A. C. (1992) - Elements of Dynamic Optimization, McGraw-Hill.
- CHOW, G. (1972) - "How much could be gained by Optimal Stochastic Control Policies?", Annals of Economic and Social Measurement, vol. 1, Nº 4, pag. 391-384.
- CHOW, G. (1973 - Outubro) - "Effect of Incertainty on Optimal Control Policies", International Economic Review, vol. 14, Nº3, pag.632-643.
- CHOW, G. (1973 - Dezembro) - "Problems of Economic Policy from the Viewpoint of Optimal Control", The American Economic Review, vol. LXIII, Nº5, pag.825-837.
- CHOW, G. (1975) - Analysis and Control of Dynamic Economic Systems, John Wiley and Sons.
- CHOW, G. (1975) - "Introduction to Stochastic Control Applications", Annals of Economic and Social Measurement, vol. 4, Nº 2, pag. 207-214.
- CHOW, G. (1981) - Econometric Analysis by Control Methods, John Wiley and Sons. How Should Control Theory Be Used to Calculate a Time-Consistent Government Policy", The Review of Economic Studies, vol. LV (2), Nº182, pag.263-274.
- CRAINE, R., HAVENNER, A. e TINSLEY, P. (1976) - "Optimal Macroeconomic Control Policies", Annals of Economic and Social Measurement, vol. 5, Nº 2, pag. 191-204.
- CRAVEN, B.D. (1978) - Mathematical Programming and Control Theory, Chapman and Hall, Halsted Press Book (John Wiley and Sons).
- CURRIE, D. e LEVINE, P. (1985) - "Simple Macropolicy Rules for the Open Economy", The Economic Journal, Suplemento do vol. 95, pag.60-69.
- CURRIE, D. e LEVINE, P. (1987) - "The Sustainability of Optimal Cooperative Macro-Policies in a Two-Country World", Oxford Economic Papers, vol. 39, Nº 1, pag.38-74.
- DASGUPTA, P. e HEAL, G.M. (1974) - "The Optimal Depletion of Exhaustible Resources", The Review of Economic Studies, Symposium, pag.3-28.
- DAVIS, M.H.A. (1977) - Linear Estimation and Stochastic Control, Chapman and Hall, Halsted Press (John Wiley and Sons).
- DEBREU, G. (1984) - "Economic Theory in the Mathematical Mode", The American Economic Review, vol. 74, Nº3, pag.267-278.
- DELFAULD, P. (1977) - Keynes e o Keynesianismo, Publicações Europa América (Tradução de "Keynes et le Keynesianisme", Presses Universitaires de France).
- DORFMAN, R. (1969) - "An Optimal Interpretation of Optimal Control Theory", The American Economic Review, vol. LIX, Nº5, pag.817-831.
- DORNBUSCH, R. (1976) - "Expectations and Exchange Rate Dynamics", American Economic Review, vol. 70, pag. 960-971.
- EASLEY, D. e KIEFER, N. (1988) - "Controlling a stochastic process with unknow parameters" Econometrica, Vol. 56, pag. 1045-1064.

- EPSTEIN, L.G. e ALLAN HINES, J. (1983) - "The Rate of Time Preference and Dynamic Economic Analysis", Journal of Political Economy, vol. 91, Nº 4, pag. 611-635.
- FAIR, R.C. (1978) - "The Use of Optimal Control Techniques to Measure Economic Performance", International Economic Review, vol.19, Nº2, pag.289-310.
- FAIR, R. C. (1988) - "Optimal Choice of Monetary Policy Instruments in a Macroeconometric Model", Journal of Monetary Economics, vol. 22, Nº 2, pag. 301-315.
- FARMER, R.E.A. (1991) - "The Lucas Critique, Policy Invariance and Multiple Equilibria", The Review of Economic Studies, vol. 58 (2), Nº194, pag.321-332.
- FERREIRA, C. (1989) - O Controlo Ótimo em Economia, Dissertação defendida em Janeiro de 1990 para obtenção do grau de Mestre, ISEG.
- FERREIRA DO AMARAL, J. (1978) - "Modelos de objectivos", Planeamento, vol. 1, Nº1, pag.9-21.
- FISHER, S. (1988) - "Recent Developments in Macroeconomics", Economic Journal, vol. 98, pag. 294-339.
- FISCHER, S. (1991) - "Growth, Macroeconomics and Development", Macroeconomics Annual (1991), pag. 329-379.
- FOLKERTS-LANDAU, D.F.I. (1982) - Intertemporal Planning, Exchange, and Macroeconomics, Cambridge University Press.
- FOMBY, T. B. e SEO, T.K. - editores (1989) - Studies in the Economics of Uncertainty- In Honor of Josef Hadar, Springer-Verlag
- FOULDS, L. R. (1981) - Optimization Techniques - An Introduction, Springer-Verlag.
- FRANK, M.Z. e STENGOS, T. (1988) - "Effect of Incertainty on Optimal Control Policies", International Economic Review, vol. 22, Nº3, pag.423-438.
- FRIEDMAN, M. (1971) - "Government Revenue from Inflation", Journal of Political Economy, vol. 79, pag. 846-856.
- FRIEDMAN, M. (1972) - "Optimal Economic Stabilizaion Policy: An Extended Framework", Journal of Political Economy, vol. 80, pag. 1002-1022.
- FRIEDMAN, B. M. (1975) - Economic Stabilization Policy: Methods in Optimization, North-Holland Publishing Company.
- FRISCH, R. (1951, 1ª publicação 1933) - "La notion de force dans l'économie" International Economic Papers vol. 1, pag.23-56.
- FRISCH, R. (1981, 1ª publicação 1969) - "From utopian theory to practical applications: the case ot econometrics " American Economic Review vol. 71, pag.1-16.
- GANDOLFO G. (1980, 2ª ed. revista; 1ª ed.1971) - Economic Dynamics: Methods and Models, North-Holland Publishing Company.
- GARBADE, K. (1975) - "Discretion in the Choice of Macroeconomic Policies", Annals of Economic and Social Measurement, vol. 4, Nº 2, pag. 215-238.
- GEWEKE, J., MARSHALL, R.C. e ZARKIN, G.A. (1986) - "Mobility Indices in Continous Markov Chains", Econometrica, vol. 54, Nº 6, pag. 1407-1423.
- GRANGER, C. W. J. (1981) - "Some Properties of Time Series Data and their Use in Econometric Model Specification", Journal of Econometrics, vol. 16, pag. 121-130.
- GUPTA, S.K., MEYER, L.H., RAINES, F.Q. e TARN, T-J. (1975) - "Optimal Coordination of Aggregate Stabilization Policy and Price Controls: Some Simulation Results", Annals of Economic and Social Measurement, vol. 4, Nº 2, pag. 253-270.

- HACKL, P.- editor (1989) - Statistical Analysis and Forecasting of Economic Structural Change, Springer-Verlag.
- HALKIN, H. (1974) - "Necessary Conditions for Optimal Control Problems with Infinite Horizons", Econometrica, vol. 42, N° 2, pag. 267-272.
- HALL, R. E. (1978) - "Stochastic Implications of the Life Cycle-Permanent Income Hypothesis: Theory and Evidence", Journal of Political Economy, vol. 86, pag. 971-987.
- HAMALAINEN, R. P. e EHTAMO, H.K. - editores (1989) - Dynamic Games in Economic Analysis, Springer-Verlag.
- HARVEY, A. C. (1985) - "Trends and Cycles in Macroeconomic Time Series", Journal of Business and Economic Statistics, vol. 3, pag. 216-227.
- HATANAKA, M. (1975) - "On the Global Identification of the Dynamic Simultaneous Equation Model with Stationary Disturbances", International Economic Review, vol. 16, pag. 545-554.
- HANSEN, B. (1970) - A survey of General equilibrium systems, McGraw-Hill Book Company.
- HARVEY, C. H. (1979) - Operations Research: an Introduction to Linear Optimization and Decision Analysis, Elsevier North-Holland.
- HEAL, G.M. (1973) - The Theory Economic Planning, North-Holland Publishing Company.
- HELMER, J-Y. (1972) - La Commande Optimale en Économie - Applications à l'économie et à la recherche opérationnelle du calcul des variations, du principe de Pontryagin et de la programmation dynamique, Dunod.
- HENDRY, D. F. e RICHARD, J.F. (1982) - "On the Formulation of empirical Models in Dynamic Econometrics", Journal of Econometrics, vol. 20, pag. 3-33.
- HENIN P-Y. (1979) - Macrodynamique - fluctuations et croissance, Economica.
- HICKS, J. R. (1939) - Value and Capital, Oxford University Press.
- HICKS, J. R. (1981) - Wealth and Welfare - Collected Essays on Economic Theory, vol.1, Harvard University Press.
- HOLLY, S., RUSTEM, B. e ZARROP, M.B. - editores (1979) - Optimal Control for Econometric Models - An Approach to Economic Policy Formulation, St. Martin's Press.
- HUGHES HALLETT, A.J.(1984) - "Non-Cooperative Strategies for Dynamic policies Games and the Problem of Time Inconsistency", Oxford Economic Papers, vol. 36, N° 3, pag. 381-399.
- HUGHES HALLETT, A.J. (1989) - "Econometrics and the theory of economic policy: the Tinbergen-Theil contributions 40 years on", Oxford Economic Papers, vol. 41, N° 1, pag. 189-214.
- INTRILIGATOR, M.D. (1971) - Mathematical Optimization and Economic Theory, Prentice-Hall.
- JACKMAN, R. e SUTTON, J. (1982) - "Imperfect Capital Markets and the Monetarist Black Box: Liquidity Constraints, Inflation and the Asymmetric Effects of Interest Rate Policy", Economic Journal, vol. 92, pag. 108-128.
- JOHANSEN, L. (1977) - Lectures on Macroeconomic Planning, North-Holland Publishing Company.
- JUNQUEIRA LOPES, R. (1985) - L'Économie des Ressources Renouvelables, Economica.
- KAMIEN, M.I. e SCHWARTZ, N.L. (1971) - "Sufficient Conditions in Optimal Control Theory", Oxford Economic Papers, vol. 1, pag. 207-214.

- KAMIEN, M.I. e SCHWARTZ, N.L. (1991-2ª edição, 1981-1ª edição) - Dynamic Optimization: the Calculus of Variations and Optimal Control in Economics and Management, North-Holland.
- KARP, L. S. (1992) - "The endogenous stability of economic systems" Journal of Economic Dynamics and Control, Vol. 16, Nº 1, Janeiro, pag.117-138.
- KENDRICK, D. (1976) - "Applications of Control Theory to Macroeconomics", Annals of Economic and Social Measurement, vol. 5, Nº 2, pag. 171-190.
- KENDRICK, D. (1981) - Stochastic Control Methods for Economic Models, McGraw Hill Book Company.
- KIEFER, N.M. (1989) - "Optimal control of an unknown linear process with learning" International Economic Review, Vol. 30, pag.571-586.
- KING, R. G., PLOSSER, C. I., STOCK, J. H. e WATSON, M. W. (1991) - "Stochastic Trends and Economic Fluctuations", American Economic Review, vol.
- KLAASSEN, L.H., KOYCK, L.M. e WITTEVEEN, H.J. editores (1959) Jan Tinbergen Selected Papers, North-Holland Publishing Company.
- KLEIN, R.W., RAFSKY, L.C., SIBLEY, D.S. e WILLIG, R.D. (1978) - "Decisions with Estimation Uncertainty", Econometrica, vol. 46, Nº 6, pag. 1363-1387.
- KORNAL, J (1971) - Anti-Equilibrium, North-Holland Publishing Company.
- KORNAL, J. e MARTOS, B (1973) - "Autonomous Control of the Economic System" Econometrica, Vol. 41, Nº 3, Maio, pag.509-528.
- KYDLAND, F. E (1976) - "Decentralized Stabilization Policies: Optimization and Assignment Problem", Annals of Economic and Social Measurement, vol.5, Nº 2, pag. 249-262.
- KYDLAND, F. E. e PRESCOTT, E. C. (1977) - "Rules Rather than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans", Journal of Political Economy, vol. 85, pag. 473-493.
- KYDLAND, F. E. e PRESCOTT, E. C. (1980) - "Dynamic Optimal Taxation, Rational Expectations and Optimal Control", Journal of Economic Dynamics and Control, vol. 2, pag. 79-91.
- LAFFARGUE, J-P. (1980) - "Les modèles macrodynamiques de politique économique: dialogue entre le théoricien et l'économetre", Annales de L'INSÉE, Nº 40, pag. 33-66.
- LELAND, H. E. (1974) - "Optimal Growth in a Stochastic Environment" The Review of Economic Studies, Vol. XLI (1), Nº 125, Janeiro, pag.75-86.
- LEVINE, P. e CURRIE, D. (1985) - "Dynamics and Decision Making", European Economic Review vol. 27, Nº 2, pag. 141-163.
- LOOPESKO, B. N. (1984) - "Relationships Among Exchange Rates, Intervention, and Interest Rates: An Empirical Investigation", Journal of International Money and Finance vol. 3, pag. 257-278.
- LUCAS, R.E. (1972) - "Expectations and the neutrality of money", Journal of Economic Theory, vol. 4, pag. 103-124.
- LUCAS, R.E. (1976) - "Econometric policy evaluation: a critique", Journal of Monetary Economics, Supplement, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, Nº 1, pag. 19-46.
- LUCAS, R.E. (1988) - "On the Mechanics of Economic Development", Journal of Monetary Economics, vol. 22, pag. 3-42.
- LUCAS, R.E. e PRESCOTT. (1971) - "Investment under Incertainty", Econometrica, vol. 39, pag. 659-681.
- MACDONALD, R. (1989) - Exchange Rate and Open Economy Macroeconomics, Basil Blackwell.

- MACDONALD, R. e TAYLOR, M. P. (1992) - "Exchange Rate Economics: A Suevey", International Monetary Fund - Staff Papers, vol. 39, Nº 1, pag. 1-57.
- MARCEY, A. e SARGENT, T. (1989) - "Convergence of least squares learning in self referential linear stochastic models" Journal of Economic Theory, Vol. 48, pag.337-368.
- MARTINS, V. (1983) - Regulação nos Modelos Macroeconómicos, tese de doutoramento, ISE.
- MASSON, P. R. (1981) - "Dynamic Stability of Portfolio Balance Models of the Exchange Rate", Journal of International Economics, vol. 11, pag. 467-477.
- MEHRA, R.K. (1974) - "Topics in Stochastic Control Theory: Identification in Control and Econometrics; Similarities and Differences", Annals of Economic and Social Measurement, vol. 3, Nº 1, pag. 21-47.
- MELLANDER, E. e JANSSON, L. (1987) - CONRAD - A Maximum Likelihood Program for Estimation of Non-linear Simultaneous Equations Models, Almquist and Wiksell International, Stockholm.
- METZLER, L. (1945) - "Stability of Multiple Markets: The Hicks Conditions", Econometrica, vol.13, Nº4, Outubro.
- MICHEL, P. (1982) - "On the Transversality Condition in Infinite Horizon Optimal Problems", Econometrica, vol. 50, Nº 4, pag. 975-986.
- MICHEL, P. (1989) - Cours de Mathematiques pour Economistes, Economica.
- MILLER, M. e SALMON, M. (1985) - "Dynamic Games and the Time Inconsistency of Optimal Policy in Open Economies", The Economic Journal, Suplemento do vol.95, pag.124-137.
- MILLER, R.E.. (1979) - Dynamic Optimization and Economic Applications, McGraw-Hill International Book Company.
- MINSKY, P.H. (1975) - John Maynard Keynes, Mac Millan.
- MODIGLIANI, F. (1986) - The Debate over Stabilization Policy, Cambridge University Press.
- MUNDELL, R. A. (1980) - "Capital Mobility and Stabilization Policy under Fixed and Flexible Exchange Rates", Canadian Journal of Economics and Political Science, vol. 29, pag. 475-485.
- MUNDELL, R. A. (1968) - International Economics, McMillan.
- MURATA, Y. (1977) - Mathematics for Stability and Optimization of Economic Systems, Academic Press.
- MURTEIRA, B.J.F., MULLER, D.A. e TURKMAN, K.F. (1993) - Análise de Sucessões Cronológicas, McGraw-Hill.
- NEGISHI, T. (1962) - "The Stability of a Competitive Economy: a Survey Article", Econometrica, vol.30, Nº4, Outubro.
- NISHIMURA, K.G. (1983) - "A new concept of stability and dynamic economic systems", Journal of Economic Dynamics and Control vol. 6, Nº1-2, pag.25-40.
- NYARKO, Y. (1991) - "On the convergence of Bayesian posterior process in linear economic models" Journal of Economic Dynamics and Control, Vol. 15, Nº 4, Outubro, pag. 687-713.
- NYBERG, L. e VIOTTI, S. (1978) - "Controllability and the theory of economic policy: A critical view", Journal of Public Economics, vol.9, Nº1, pag.73-82.
- OWENS, D.H. (1981) - Multivariable and Optimal Systems, Academic Press.
- PATRICK, J. D. (1973) - "Establishing convergent decentralized policy assignment", International Economics, vol. 3, pag. 37-52.
- PERRON, P. (1988) - "Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series: Further Evidence from a New Approach", Journal of Economic Dynamics and Control, vol. 12, pag. 297-332.

- PESTON, M.H. (1974) - Theory of Macroeconomic Policy, Philip Allan.
- PETIT, M.L. (1990) - Control theory and dynamic games in economic policy analysis, Cambridge University Press.
- PHELPS, E.S. (1979) - Studies in Macroeconomic Theory, Academic Press.
- PHELPS, E.S. e TAYLOR, J.B.. (1977) - "Stabilization Powers of Monetary Policy under Rational Expectations", Journal of Political Economy, vol. 85, pag. 163-190.
- PHILLIPS, A. W. (1954) - "Stabilization policy in a closed economy", Economic Journal, vol. 64, pag. 290-323.
- PHILLIPS, A. W. (1957) - "Stabilization policy and the time form of the lagged response", Economic Journal, vol. 67, pag. 265-277.
- PINDYCK, R.S. (1973) - "Optimal Policies for Economic Stabilization", Econometrica, vol. 41, Nº3, pag.529-560.
- PITCHFORD, J.D. e TURNOVSKY, S.J. (1977) - Applications of Control Theory to Economic Analysis, John Wiley and Sons.
- PONTRYAGIN, L.S. (1962) - Ordinary Differential Equations, Addison-Wesley Publishing Company.
- PRESCOTT, E.C.. (1977) - "Should Control Theory Be Used for Economic Stabilization?", Journal of Monetary Economics, vol. 7 (Suplemento), pag. 13-38.
- PRESTON, A.J. (1974) - "A Dynamic Generalization of Tinbergen's Theory of Policy", The Review of Economic Studies, vol. XLI (1), Nº 125, pag. 65-73.
- PRESTON, A.J. (1977) - "Existence, uniqueness and Stability of Linear Optimal Stabilization Policies", in PITCHFORD e TURNOVSKY - editores (1977), pag. 255-292.
- PRESTON, A.J. e SIEPER, E. (1977) - "Policy Objectives and Instrument Requirements for a Dynamic Theory of Policy", in PITCHFORD e TURNOVSKY - editores (1977), pag. 215-253.
- PINDYCK, R.S. (1973) - "Optimal Policies for Economic Stabilization" Econometrica, Vol. 41, Nº 3, Maio, pag.529-560.
- QUIRK, J. e SAPOSNIK, R. (1968) - Introduction to General Equilibrium Theory and Welfare Economics, McGraw-Hill Book Company.
- RASMUSSEN, E. e ZUPAN, M. (1991) - "Extendeing the economic theory of regulation to the form of policy", Public Choice, vol. 72, Nº 2-3, pag.167-192.
- RIBEIRO, MARIA DE FÁTIMA F.(1995) - Teoria do Controlo Ótimo - Aplicação a um modelo de extracção de um recurso genérico num intervalo de tempo limitado, Dissertação de Mestrado, ISEG.
- RIPLEY, B. D. (1987) - Stochastic Simulation, John Wiley and Sons.
- ROSSI, N. (1988) - "Government Spending, the Real Interest Rate, and the Behavior of Liquidity-Constrained Consumers in Developing Countries", International Monetary Fund, vol. 35, Nº 1, pag. 104-140.
- SAHOTA, G.S. (1975) - Brazilian Economic Policy - An Optimal Control Theory Analysis, Praeger Publishers.
- SAMUELSON, P.A. (1947) - Foundations of Economic Analysis, Harvard University Press.
- SARGENT, T.J. (1987) - Dynamic Macroeconomic Theory, Harvard University Press.
- SARGENT, T.J. (1987) - Macroeconomic Theory, Academic Press.
- SARGENT, T.J. e WALLACE, N. . (1973) - "The Stability of Models of Money and Perfect Foresight", Econometrica, vol. 41, pag. 1043-1048.
- SCHEINKMAN, J.A. (1978) - "Stability of Optimal Control Separable Hamiltonians and Investment Theory", The Review of Economic Studies, vol. XLV (3), Nº 141, (Outubro) pag. 559-570.

- SCHUSS, Z. (1980) - Theory and Applications of Stochastic Difference Equations - Springer.
- SEIERSTAD, A. e SYDSAETER (1977) - "Sufficient Conditions in Optimal Control Theory", International Economic Review, vol. 18, Nº2, pag.367-392.
- SEIERSTAD, A. e SYDSAETER, K. (1987) - Optimal Control Theory with Economic Applications, North-Holland.
- SENGUPTA, J. K. (1970) - "Optimal Stabilization Policy with Quadratic Criterion Function" The Review of Economic Studies, Vol. 37, pag.127-146.
- SHEFFRIN, S. M. (1989) - The Making of Economic Policy - History, Theory, Politics, Basil Blackwell.
- SHILLER, R. J. (1978) - "Rational Expectations and the Dynamic Structure of Macroeconomic Models", Journal of Monetary Economics, vol. 4, pag. 1-44.
- SHUPP, F.R. (1976) - "Optimal Policy Rules for a Temporary Income Policy", The Review of Economic Studies, vol. XLIII (2), Nº134, pag.249-260.
- SIMS, C. A. (1972) - "Money, Income and Causality", American Economic Review, vol. 62, pag. 540-552.
- SIMS, C. A. (1980) - "Macroeconomics and Reality", Econometrica, vol. 48, Nº 1, pag. 1-48.
- SKYRMS, B. (1990) - The Dynamics of Rational Deliberation, Harvard University Press.
- STEVENSON, A., MUSCATELLI, V. e GREGORY, M. (1988) - Macroeconomic Theory and Stabilization Policy, Philip Allan.
- STOKEY, N.L. e LUCAS R.E. (1989) - Recursive Methods in Economic Dynamics, Harvard University Press.
- STONE, R. (1981) - Aspects of Economic and Social Modelling, Librairie Droz, Genève.
- STONE, R. (1986) - Balancing the National Accounts: the Adjustment of Initial Estimates - A Neglected Stage in Measurement, Department of Applied Economics, University of Cambridge.
- SYSLO, M.M, DEO, N e KOWALIC, J.S. (1983) - Discrete Optimization Algorithms with Pascal Programs, Prentice-Hall.
- TAKAYAMA, A. (1974) - Mathematical Economics, The Dryden Press.
- TANZI, V. e BLEJER, M. I. (1982) - "Inflation, Interest Rate Policy, and Currency Substitutions in Developing Economies: A Discussion of Some Major Issues", World Development, vol. 10, pag. 871-789.
- TAYLOR, J. B. (1974) - "Asymptotic Properties of Multiperiod Control Rules in the Linear Regression Model", International Economic Review, vol. 15, pag. 472-484.
- TAYLOR, J. B. (1977) - "Conditions for Unique Solutions in Stochastic Macroeconomic Models with Rational Expectations", Econometrica, vol. 45, pag. 1377-1385.
- TAYLOR, J. B. (1979) - "Estimation and Control of a Macroeconomic Model with Rational Expectations", Econometrica, vol. 47, Nº 5, pag. 1267-1286.
- TAYLOR, H.M. e KARLIN S. (1994, 1ª ed. 1984) - An Introduction to Stochastic Modeling, Academic Press, Inc.
- THEIL, H. (1959) - "The Aggregation Implications of Identifiable Structural Macroeconomic Relations", Econometrica, vol. 27, pag.14-29.
- TINBERGEN (1944) - "Types of Equilibrium and Business-Cycle Movements" in KLAASSEN, L.H., KOYCK, L.M. e WITTEVEEN, H.J. editores (1959) Jan Tinbergen Selected Papers, North-Holland Publishing Company.
- TINBERGEN, J. (1956) - Economic Policy: Principles and Design, North-Holland Publishing Company.

- TINBERGEN, J. e BOS, H.C. (1962) - Mathematical Models of Economic Growth, McGraw Hill Book Company.
- TONDINI, G. (1984) - "Further discussion on controllability and the theory of economic policy", Journal of Public Economics, vol. 24, Nº1, pag. 123-125.
- TURNOVKY, S.J. (1973) - "Optimal Stabilization Policies for Deterministic and Stochastic Linear Systems", The Review of Economic Studies, vol. XL (1) Nº121, pag.79-98.
- TURNOVSKI, S.J. (1976) - "Optimal Stabilization Policies for Stochastic Linear Systems: The Case of Correlated Multiplicative and Additive Disturbances", The Review of Economic Studies, vol. XLIII (1), Nº133, pag.191-194.
- TURNOVSKY, S.J. (1977) - Macroeconomic Analysis and Stabilization Policy, Cambridge University Press.
- TURNOVSKI, S.J. (1978) - "Stabilization rules and the benefits from price stabilization", Journal of Public Economics, vol.9, Nº1, pag.37-58.
- TURNOVSKI, S.J. e BURMEISTER, E. (1977) - "Perfect Foresight, Expectation Consistency and Macroeconomic Equilibrium", Journal of Political Economy, vol. 85, pag. 379-393.
- TURNOVSKY, S.J. (1987) - "Supply Shocks and Optimal Monetary Policy", Oxford Economic Papers, vol. 39, Nº 1, pag.20-37.
- UEBE, G. (1977) - "A Note on Aoki's Perfect Controllability of a Linear Macro-economic Model", The Review of Economic Studies, vol. XLIV (1), Nº 136, pag.191-2.
- UZAWA, H. (1961) - "The Stability of Dynamic Processes", Econometrica, vol. 29, Nº 4, pag. 617-631.
- VELUPILLAI, K.- editor (1990) - Nonlinear and Multisector Macrodynamics - Essays in Honor of Richard Goodwin, The Macmillan Press.
- WALLIS, K. F (1980) - "Econometric Implications of the Rational Expectations Hypothesis", Econometrica, vol. 48, Nº 1, pag. 49-73.(VER MELHOR, EXPLICAÇÕES SOBRE CRÍTICA DO LUCAS)
- WEINTRAUB, E. R. (1979) - Microfoundations, Cambridge University Press.
- WEINTRAUB, E. R. (1991) - Stabilizing dynamics - Constructing economic knowledge, Cambridge University Press.
- WHITEMAN, C.H. (1986) - "Analitical Policy Design under Rational Expectations", Econometrica, vol. 54, Nº 6, pag. 1387-1405.
- WOHLMANN, H-W. (1984) - "A Note on Aoki's Conditions for Path Controllability of Continuous-Time Dynamic Economic Systems", The Review of Economic Studies, vol.LI (2), Nº165, pag. 343-349.
- WOHLMANN, H-W. e KROMER, W. (1983) - "A Note of Buiter's Sufficient Condition for Perfect Output Controllability of a Rational Expectations Model", Journal of Economic Dynamics and Control, vol.6, pag. 201-205.
- WOHLMANN, H-W. e KROMER, W. (1984) - "Sufficient Conditions for Dynamic Path Controllability of Economic Systems", Journal of Economic Dynamics and Control, vol.7, pag. 315-330.
- WOODS, J.E. (1978) - Mathematical Economics, Longman.
- ZAGARE, F.C. (1984) - Game Theory - Concepts and Applications, Sage Publications.
- ZELLNER, A. (1992) - "Statistics, Science and Public Policy", Journal of the American Statistical Association, vol. 87, Nº 417, pag.1-6.

INDICE

	PAG.
INTRODUÇÃO	1
PRIMEIRA PARTE	9
CAPÍTULO I - Propriedades dos sistemas dinâmicos	10
1. Primeiras concepções de estabilidade e de equilíbrio	11
2. Primeiras contribuições para a abordagem dinâmica da economia	19
3. Propriedades dinâmicas dos sistemas económicos	31
3.1. Controlabilidade	33
3.1.1. Representação dos sistemas em espaço de estados	36
3.1.2. Controlabilidade ponto	40
3.1.3. Controlabilidade trajectória	42
3.1.3. "Decomposição" do sistema inicial	43
3.2. Estabilidade	47
ANEXO I	52
CAPÍTULO II - Formulação e resolução de problemas de controlo óptimo	56
2.1. Primeiras formulações dos objectivos	58
2.2. Formalização dos objectivos económicos	60
2.3. Formalização geral de um problema de controlo óptimo em termos deterministas	67
2.4. Formalização geral de um problema de controlo óptimo em termos estocásticos	71
2.5. A Programação Dinâmica na resolução de problemas de controlo óptimo	76
2.6. Metodologias desenvolvidas para resolução de problemas de controlo óptimo	81
ANEXO I	91
CAPÍTULO III - Apresentação e análise das propriedades de um modelo simples estimado com dados da economia portuguesa (1978-92)	94
3.1. O modelo estimado	95
3.2. Propriedades dinâmicas do sistema	101



3.2.1. Controlabilidade	
3.2.2. Estabilidade	105
3.3. Efeitos previsíveis dos controlos sobre o sistema	110
3.3.1. Multiplicadores instantâneos e desfasados	111
3.4. "Decomposição" do sistema	115
3.5. Notas conclusivas	125
ANEXO I	128
ANEXO II	131
ANEXO III	140
ANEXO IV	148
ANEXO V	153
ANEXO VI	159
SEGUNDA PARTE	170
1. Formulação do problema de controlo óptimo	172
1.1. Determinação das Regras de Controlo	174
1.2. Formulação da Função Objectivo	176
2. Resolução do problema - SITUAÇÃO I	180
2.1. SITUAÇÃO I - hipótese 1)	182
2.1.1. SITUAÇÃO I - hipótese 1) - a)	186
2.1.2. SITUAÇÃO I - hipótese 1) - b)	188
2.1.3. SITUAÇÃO I - hipótese 1) - c)	189
2.1.4. SITUAÇÃO I - hipótese 1) - d)	190
2.1.5. SITUAÇÃO I - hipótese 1) - e)	191
2.2. SITUAÇÃO I - hipótese 2)	196
2.2.1. SITUAÇÃO I - hipótese 2) - a)	198
2.3. SITUAÇÃO I - hipótese 3)	199
2.3.1. SITUAÇÃO I - hipótese 3) - a)	200
2.4. SITUAÇÃO I - hipótese 4)	201
2.4.1. SITUAÇÃO I - hipótese 4) - a)	202
2.5. SITUAÇÃO I - hipótese 5)	203
2.5.1. SITUAÇÃO I - hipótese 5) - a)	204
2.6. SITUAÇÃO I - hipótese 6)	211
2.6.1. SITUAÇÃO I - hipótese 6) - a)	212
2.7. SITUAÇÃO I - hipótese 7)	212
2.7.1. SITUAÇÃO I - hipótese 7) - a)	213

2.8. SITUAÇÃO I - hipótese 8)	214
2.8.1. SITUAÇÃO I - hipótese 8) - a)	215
2.9. SITUAÇÃO I - Possíveis conclusões	220
3. Resolução do problema - SITUAÇÃO II	224
3.1. SITUAÇÃO II - hipótese 1)	227
3.1.1. SITUAÇÃO II - hipótese 1) - a)	228
3.1.2. SITUAÇÃO II - hipótese 1) - b)	229
3.1.3. SITUAÇÃO II - hipótese 1) - c)	229
3.1.4. SITUAÇÃO II - hipótese 1) - d)	230
3.1.5. SITUAÇÃO II - hipótese 1) - e)	231
3.2. SITUAÇÃO II - hipótese 2)	237
3.2.1. SITUAÇÃO II - hipótese 2) - a)	239
3.3. SITUAÇÃO II - hipótese 3)	240
3.3.1. SITUAÇÃO II - hipótese 3) - a)	240
3.4. SITUAÇÃO II - hipótese 4)	241
3.4.1. SITUAÇÃO II - hipótese 4) - a)	241
3.5. SITUAÇÃO II - hipótese 5)	242
3.5.1. SITUAÇÃO II - hipótese 5) - a)	242
3.6. SITUAÇÃO II - hipótese 6)	243
3.6.1. SITUAÇÃO II - hipótese 6) - a)	244
3.7. SITUAÇÃO II - Possíveis conclusões	249
4. Resolução do problema - SITUAÇÃO III	252
4.1. SITUAÇÃO III - hipótese 1)	256
4.2. SITUAÇÃO III - hipótese 2)	274
4.3. SITUAÇÃO III - hipótese 3)	281
4.4. SITUAÇÃO III - hipótese 4)	285
4.5. SITUAÇÃO III - hipótese 5)	293
4.6. SITUAÇÃO III - Possíveis conclusões	298
5. SISTEMATIZAÇÃO DE CONCLUSÕES	305
5.1. Conclusões sobre a aplicação da metodologia	305
5.2. Conclusões sobre a possível avaliação das medidas da política econômica	318
CONCLUSÕES	333
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	341